COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
24 JUL 1952

Nouvelle Série. — Tome XIV. 1948.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

Rédacteur en chef :

M. RAUCOURT.

Comité de rédaction :

P. LIMASSET ; M. RAUCOURT ; B. TROUVELOT ; Ch. VÉZIN.

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1948

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

ESSAI SUR RAT BLANC
DE QUELQUES COLORANTS DINITRÉS
COMME POISON D'INGESTION

Par J. Giban,
Chargé de recherches, Chef du Laboratoire des Vertébrés.

Un certain nombre de dérivés nitrés des phénols ont donné lieu à des travaux souvent très poussés de la part de physiologistes et de toxicologues. Mais l'utilisation pratique de certains d'entre eux comme raticides n'a été envisagée à ma connaissance que par M. I.-A. Pastac. Cet auteur, dans un article publié sur ce sujet [1], rapporte ses résultats personnels : un essai sur un Rat blanc et deux expérimentations dans les conditions pratiques; tous trois réalisés avec le 2-4 dinitro crésol.

Dans ces conditions, il nous a paru opportun de procéder à quelques essais avec les colorants dinitrés les plus couramment utilisés dans les laboratoires et en agriculture.

J'ai été secondé dans la réalisation de ces essais par MM. M. Gatineau, du Laboratoire des Vertébrés et M. Porcheron du Laboratoire de Phytopharmacie, que je remercie ici du concours qu'ils ont apporté à ce travail.

1° Méthode utilisée.

Le but de ces essais étant avant tout de fournir un élément d'appréciation de la valeur pratique comme raticide des produits essayés, nous avons adopté la méthode par ingestion naturelle sans jeûne préalable.

Les bêtes à expérimenter sont isolées le matin, alors qu'elles reposent encore, avant l'heure à laquelle elles reçoivent d'habitude leur nourriture. Elles sont pesées et mises chacune dans une cage distincte. On leur offre alors, dans le couvercle d'une boîte de Petri de grand diamètre, une quantité exactement pesée d'un appât empoisonné. Le plus souvent cette quantité est égale au 1/100e de leur poids, c'est-à-dire à la quantité que l'on estime généralement devoir être mangée totalement par un Rat en une seule fois. Le lendemain, les résidus restés dans la boîte de Petri sont pesés. Si l'appât a été

[1] I. A. Pastac. — Les colorants nitrés et leurs applications particulières. III. Colorants raticides. *Chimie et Industrie*, Vol. 53, n° 2, février 1945, p. 94-102.

bien accepté, ces résidus, collés sur le verre, sont de l'ordre de 10 à 30 milligrammes par récipient. Sont bien entendu sans contrôle possible, les parcelles d'appât emportées par l'animal sur ses pattes et son poil.

L'appât empoisonné utilisé dans ces essais est formé de farine complète de blé, de sucre (10 p. 100 du poids total) et du produit à étudier dont nous rapportons toujours la proportion au poids total du mélange; par exemple un appât à 1 p. 100 de dinitrophénol a pour composition :

Farine complète de blé	89	grammes.
Sucre finement broyé	10	—
Dinitrophénol	1	—
	100	grammes.

2° Produits essayés.

Nous avons essayé trois 24 dinitro-phénols : le dinitrophénol et son sel de sodium, le dinitrocrésol et son sel de sodium ou Jaune Victoria et le sel de sodium du dinitronaphtol ou Jaune de Martius.

Les échantillons utilisés étaient de puretés différentes : les quatre premiers produits [2] étaient des produits techniques de « qualité industrielle », tels qu'ils sortent de la préparation ; le cinquième, échantillon de colorant microbiologique, peut être considéré comme pur.

3° Résultats des essais.

L'ensemble des résultats obtenus sur les 55 Rats blancs expérimentés se résume par le tableau n° 1. Tous les Rats expérimentés étaient des bêtes adultes âgées de 1 à 2 ans.

Tableau I.

Résumé des essais d'intoxication.

PRODUIT EMPLOYÉ. NATURE.	CONCENTRATION dans l'appât.	SUJET EN EXPÉRIENCE. SEXE.	POIDS.	DOSE INGÉRÉE par kilogramme de poids vif.	RÉSULTAT de L'INTOXICATION.
—	— %	—	— gr.	— mmgr.	—
Dinitrophénol	0,5	♀	150	49,8	Survie.
—	—	♂	189	49,5	—
—	—	♀	130	49,5	—
—	—	♀	158	46,8	—
—	—	♀	161	39,7	—
—	—	♀	131	12,2	—
—	0,1	♀	160	47,4	—
—	—	♀	180	37,0	—
—	—	♀	187	30,8	—

[2] Ces 4 produits nous ont été fort aimablement préparés par les Laboratoires du Centre d'études du Bouchet (Service des Poudres). Nous les remercions vivement.

PRODUIT EMPLOYÉ. NATURE	CONCENTRATION dans l'appât:	SUJET EN EXPÉRIENCE. SEXE.	SUJET EN EXPÉRIENCE. POIDS.	DOSE INGÉRÉE par kilogramme de poids vif.	RÉSULTAT de L'INTOXICATION.
	—	—	—	—	—
	%		gr.	mmgr.	
Sel de Na du dinitrophénol	0,5	♂	181	50,0	Survie.
—	—	♂	183	49,8	—
—	—	♂	219	49,7	—
—	—	♂	208	48,9	—
Dinitrocrésol	1	♂	162	83,6	Mort en 3 jours.
—	—	♂	147	39,0	Survie.
—	—	♂	146	35,8	—
—	—	♂	224	28,9	—
—	0,75	♂	180	76,5	Mort en 1 jour.
—	—	♂	171	48,1	Survie.
—	—	♂	211	45,3	—
—	—	♂	142	22,5	—
—	0,5	♂	143	48,8	Survie.
—	—	♂	156	48,3	—
	—	?	173	46,3	—
—	—	♂	252	37,2	—
—	—	♀	136	15,6	Mort en 1 jour.
—	—	♀	180	8,1	Survie.
Sel de Na du dinitrocrésol	0,75	♂	179	43,0	Survie.
—	—	♂	194	35,2	—
—	—	♂	266	25,3	—
—	—	♂	242	6,3	—
—	0,5	♂	179	52,2	—
—	—	♂	240	11,4	—
—	—	♂	182	7,5	—
—	—	♂	271	5,9	—
Sel de Na du dinitronaphtol	2	♀	170	environ 450	Troubles passagers.
—	—	♀	188	298,9	Survie.
—	—	♀	192	246,8	—
—	—	♀	156	142,1	—
—	1	♂	170	241,1	—
—	—	♂	203	197,7	—
—	—	♂	181	136,6	—
—	—	♂	189	134,0	—
—	0,8	♂	124	80,2	—
—	—	♂	117	78,9	—
—	—	♂	175	78,6	—
	—	♂	131	78,4	—
	—	♂	169	58,0	—
	—	♂	210	33,1	—
—	0,4	♂	238	40,1	—
—	—	♂	258	39,3	—
—	—	♂	271	36,1	—
—	0,2	♂	145	19,6	—
—	—	♂	150	19,4	—
—	—	♂	165	19,0	—

Nous n'avons donc obtenu la mort d'individus expérimentés qu'avec le dinitrocrésol : mort de 3 individus sur 14 expérimentés ; encore celle du troisième individu mort après ingestion de 15,6 mg par kilogramme de poids vif nous paraît bien difficile à retenir.

Les doses léthales minima du dinitrophénol, des sels de sodium du dinitrophénol

et du dinitrocrésol sont certainement supérieures à 50 milligrammes par kilogramme de poids vif et celle du sel de sodium du dinitronaphtol à 300 milligrammes. La dose léthale minima du dinitrocrésol doit se situer aux environs de 80 milligrammes par kilogramme. Ces chiffres s'entendent évidemment pour les échantillons essayés.

4° Action répulsive.

Si nous n'avons pu obtenir que si peu de morts dans nos essais, ce n'est pas en raison de la valeur relativement haute des doses léthales des produits employés, mais bien en raison du refus des Rats blancs à ingérer les appâts empoisonnés offerts, bien qu'ils contenaient 10 p. 100 de sucre.

Nous avons dit au début que l'on admet qu'en général un Rat mange en une seule fois le 1/100e de son poids, soit 10 grammes par kilogramme de poids vif. Des Rats de la taille de ceux expérimentés mangent normalement en vingt-quatre heures 70 à 90 grammes par kilogramme de poids vif. Ces deux chiffres vont nous permettre d'apprécier l'action répulsive des produits essayés.

Pour tous nos essais nous connaissons les quantités d'appât offertes et consommées. L'ensemble des résultats est résumé dans le tableau n° 2.

Tableau II.

Consommation des appâts empoisonnés.

PRODUIT EMPLOYÉ.		QUANTITÉ OFFERTE.	QUANTITÉ MANGÉE.
NATURE.	CONCENTRATION dans l'appât.	GRAMMES par kilogramme de poids vif.	GRAMMES par kilogramme de poids vif.
	%		
Dinitrophénol	0,5	10	9,3 à 9,9
—	0,5	60 à 75	2,4 à 8
—	0,1	100 à 120	30 à 47
Sel de Na du dinitrophénol	0,5	10	9,6 à 10
Dinitrocrésol	1	10	2,8 à 8,3
—	0,75	23 à 35	3,0 à 10,2
—	0,5	10	1,6 à 9,7
Sel de Na du dinitrocrésol	0,75	18 à 28	0,8 à 5,7
—	0,5	18 à 28	1,5 à 10,4
Sel de Na du dinitronaphtol	2	26 à 32	7,1 à 22,7
—	1	22 à 28	13,4 à 19,7
—	0,8	10	4,3 à 10
—	0,4	10	9 à 10
—	0,2	10	9,5 à 9,8

Même en faisant obstraction de quelques individus qui paraissent particulièrement délicats, on peut donc dire que le Rat blanc n'accepte vraiment aucun des produits essayés, puisqu'en aucun cas la consommation n'a dépassé 50 grammes par kilogramme de poids vif. La consommation de 10 grammes par kilogramme considérée comme minima n'est atteinte régulièrement par les lots de Rats blancs expérimentés que si l'on abaisse la concentration en dinitrophénols au-dessous de 0,5 p. 100, c'est-à-dire à un niveau bien trop bas pour qu'on puisse espérer un empoisonnement.

5° Conclusions.

Des essais que nous avons rapportés plus haut, il résulte que les produits étudiés se sont révélés être des raticides pratiquement inefficaces à l'égard du Rat blanc en raison de leurs doses léthales vraisemblablement assez élevées, mais surtout en raison de la non-acceptation des appâts les contenant.

Bien que pour un certain nombre de poisons alimentaires, la sensibilité du Surmulot, *Rattus norvegicus* Berkenhout, ne soit pas identique à celle de sa variété albinos d'élevage, le Rat blanc, nous pensons que les produits essayés se seraient montrés inefficaces contre le Surmulot.

(*Reçu en décembre 1947.*)

ESSAIS DE TRAITEMENTS
CONTRE LA TAVELURE DU POIRIER

PAR

H. DARPOUX, Maître de recherches, et A. VUITTENEZ, Phytopathologiste,
Station centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE

Pages.

INTRODUCTION 8

I. ESSAIS DE TRAITEMENTS EN COURS DE VÉGÉTATION 8

But de ces essais 8
Principe de la méthode utilisée 8
Disposition des essais 9
Évolution de la Tavelure à Versailles 9
Évolution de la Tavelure à Jagny 10
Dates d'application 10
Produits utilisés et mode d'emploi 10

Résultats :

Notations sur feuilles 11
Notations sur fruits à la récolte 13
Influence des produits sur la chute des feuilles 17

Conclusions 17

II. ESSAIS DE TRAITEMENTS COMPLÉMENTAIRES 18

a. *Action de différents produits sur la projection des ascospores (essais de laboratoire)* 20

Techniques et résultats 20
Remarques sur l'action stimulante de certains produits 23
Conclusions 23

b. *Action des traitements de prédébourrement sur les conidies des rameaux* 23

Technique 24
Résultats 24
Conclusions 26

INTRODUCTION.

La Tavelure est certainement la maladie la plus grave du Poirier. Elle peut amener la perte totale de la récolte, soit en entraînant la chute des fruits, soit en les rendant invendables, par suite de la présence de taches ou de crevasses.

Les traitements classiques préventifs effectués en cours de végétation contre cette maladie ne sont pas toujours satisfaisants. Certains produits donnent des résultats inconstants : d'autres causent parfois des brûlures graves. Il était donc utile de préciser la valeur des produits utilisés en France et de produits nouveaux déjà expérimentés aux États-Unis.

Par ailleurs, la Tavelure est une maladie à foyers. Le nombre de germes susceptibles de déterminer les premières contaminations joue un rôle important dans l'évolution ultérieure de la maladie. Dans une deuxième série d'essais, nous avons donc recherché les modes de traitements et les produits susceptibles d'agir contre ces organes.

Le présent mémoire donne les premiers résultats de nos travaux et précise les méthodes utilisées dans la conduite des essais.

I. ESSAIS DE TRAITEMENTS EN COURS DE VÉGÉTATION.

But de ces essais.

Ces essais ont eu pour but d'apprécier l'efficacité contre la Tavelure du Poirier de trois produits respectivement à base de soufre micronisé, de 2-heptadecylglyoxalidine et de lactate de phenylmercuritriethanolammonium déjà expérimentés aux États-Unis, contre la Tavelure du Pommier.

Le soufre micronisé est un soufre très fin (diamètre des particules 3-5 μ, soit 15 à 25 fois moins que le soufre ordinaire) obtenu par des moyens mécaniques. Sa surface d'évaporation est donc très grande.

Le produit à base de 2-heptadecylglyoxalidine est une poudre blanche dosant 33 p. 100 du corps actif. Il présente l'inconvénient d'être assez dangereux pour les yeux.

Le produit à base de lactate de phenylmercuritriéthanolammonium est un liquide contenant 1 p. 100 du corps actif. A cette concentration, il peut causer des brûlures à l'épiderme. D'autre part, il contient du mercure et la législation française ne permettrait pas actuellement son utilisation.

Ces produits ont été comparés à la bouillie bordelaise, à un produit à base d'oxychlorure de cuivre, à une bouillie sulfocalcique et à un produit à base de sulfate neutre d'orthoxyquinoleine.

Les essais ont été conduits au verger, de façon à juger pour chaque produit la valeur fongicide intrinsèque vis-à-vis du *Venturia pirina* et la durée d'efficacité.

Principe de la méthode utilisée.

La méthode que nous avons mise au point tient compte de la connaissance approfondie de la biologie du parasite et de l'évolution de la maladie en fonction des facteurs du milieu.

Les dates d'application des traitements et les dates de notations sont déterminées par rapport aux contaminations et aux éclosions [1].

Pour juger le pouvoir fongicide intrinsèque des produits, les traitements sont effectués quelques heures avant une contamination importante, et les notations au lende main de l'éclosion correspondante.

Pour définir la durée d'efficacité des produits, il est nécessaire de noter les invasions qui suivent chaque traitement, à des dates plus ou moins éloignées.

Par exemple, les notations des taches correspondant à une contamination s'étant produite *n* jours après le traitement, permettent de juger si les produits ont une durée d'efficacité égale ou supérieure à ce nombre de jours.

Les notations de l'état sanitaire des fruits à la récolte renseignent aussi sur la stabilité et l'adhérence des produits.

Disposition des essais.

Les essais ont été réalisés, d'une part à Jagny (S.-et-O.) dans un verger en état sanitaire normal [2]; et d'autre part, à Versailles, dans un verger très infecté qui devait permettre d'obtenir des écarts plus grands entre des produits de valeur inégale.

Chaque produit a été appliqué, à Jagny, avec deux répétitions, sur des arbres en contre-espalier des variétés « Passe-Crassanne » et « Jeanne-d'Arc », à Versailles, avec trois répétitions, sur des arbres en pyramide des variétés « Passe-Crassanne » et « Beurré d'Hardenpont ».

L'évolution de la maladie a été suivie avec un soin particulier dans les deux vergers. Nous en donnons ici les principales caractéristiques.

Évolution de la Tavelure du Poirier à Versailles (fig. 1).

Les premiers périthèces sont arrivés à maturité fin mars. Des projections d'ascospores se sont produites du 2 au 9 avril, mais les contaminations primaires ont été de faible importance pendant cette période, les arbres étant seulement au stade du débourrement (l'éclatement des bourgeons a été noté le 1er avril pour la variété précoce « Passe Crassanne »).

Les périthèces étaient mûrs en grand nombre le 15 avril. Un violent orage, le 18 avril, a déterminé une contamination primaire très grave. Les taches correspondantes sont apparues les 6 et 7 mai.

Des contaminations primaires de moindre importance se sont produites les 22 et 23 avril avec apparition des taches les 10 et 11 mai.

Enfin, des contaminations secondaires ont eu lieu du 30 avril au 5 mai, le 10 mai, le 14 mai, les 18-19 mai, le 23 mai et le 26 mai, avec éclosions respectivement les 20-24 mai, le 28 mai, le 1er juin, les 5-6 juin, le 9 juin et le 12 juin.

Par la suite, la sécheresse n'a pas favorisé l'évolution de la Tavelure, cependant quelques pluies ont déterminé des attaques tardives.

[1] Voir H. Darboux. - Les bases scientifiques des Avertissements agricoles. (*Annales des Epiphyties*, XI, 1, p. 177-205, 1945.)
H. Darboux. Les Tavelures du Pommier et du Poirier. (*Jardins de France*, VII[e] série, t. I, n° 8, p. 215-226, n° 9, p. 241-250, 16 fig., 1947.)

[2] Nous remercions ici bien vivement M. Reifenberg qui a mis ce verger à notre disposition et s'est chargé lui-même de la partie matérielle des traitements.

Évolution de la Tavelure à Jagny.

Les premières attaques ont été beaucoup plus faibles qu'à Versailles, le nombre de germes circulant dans le verger étant beaucoup moins élevé et les premières pluies contaminatrices des 21, 23 et 24 avril étant peu importantes.

Par la suite les invasions se sont produites sensiblement aux mêmes dates qu'à Versailles, mais leur intensité a été moindre.

Dates d'application des traitements.

Quatre traitements ont été effectués dans chaque verger.

A Versailles. — Le premier, le 18 avril, à un moment où la plupart des périthèces étaient mûrs et quelques heures avant la première pluie contaminatrice importante, pour permettre de juger le pouvoir toxique immédiat de chaque produit; le second le 2 mai; le troisième le 17 mai, le quatrième le 4 juin, à la veille des principales éclosions, soit plusieurs jours avant les contaminations secondaires, pour permettre d'apprécier la durée d'efficacité des produits. En particulier, le dernier traitement qui devait agir contre des contaminations tardives, a eu une action très variable suivant la stabilité et l'adhérence de chaque produit.

A Jagny. — Les traitements des 18 avril, 29 avril, 8 mai ont été appliqués quelques jours avant des contaminations; le dernier traitement d'entretien a été effectué le 22 mai.

Produits utilisés et mode d'emploi.

Les produits ont été utilisés en pulvérisation :

A. Bouillie bordelaise à 1 p. 100 de sulfate de cuivre (Versailles et Jagny);

B. Oxychlorure de cuivre :

Versailles. — 1er et 2^{e} traitements, bouillie à 1,5 p. 100 d'un produit dosant 16 p. 100 de Cu; 3^{e} et 4^{e} traitements, bouillie à 0,5 p. 100 d'un produit dosant 50 p. 100 de Cu.

Jagny. — 1er, 2^{e}, 3^{e} et 4^{e} traitements, bouillie à 0,5 p. 100 d'un produit dosant 50 p. 100 de Cu.

C. Bouillie sulfocalcique : 1 p. 100 d'un produit à base de polysulfures de Ca, dosant 18 p. 100 de S actif (Versailles et Jagny).

D. Soufre micronisé mouillable à 95 p. 100 de S :

Versailles. — Bouillie à 0,6 p. 100.

Jagny. — Bouillie à 1 p. 100.

E. 2-Heptadecylglyoxalidine :

Versailles. — Bouillie à 0,3 p. 100 d'un produit dosant 33 p. 100 du corps actif.

Jagny. — Bouillie à 0,4 p. 100 du même produit.

F. Lactate de phénylmercuritriéthanolammonium :

2°, 3°, 4° traitements seulement, solution à 1,2 litre par hectolitre d'un produit dosant 1 p. 100 du corps actif (Versailles et Jagny).

G. Sulfate neutre d'orthoxyquinoléine :

Bouillie à 1 p. 100 d'un produit dosant 2,75 p. 100 du corps actif (Versailles seulement).

Résultats.

1° *Notations sur feuilles.*

Verger de Versailles. — Numération du nombre de taches sur *1.000* feuilles pour chaque arbre, sur quatre branches situées à des niveaux bien définis et dans des directions différentes (Nord, Sud, Ouest, Est).

La première notation, effectuée le 9 mai, concernait les taches apparues les 6-7 mai, soit les éclosions correspondant à la contamination du 18 avril qui s'était produite quelques heures après l'application du premier traitement. Cette notation permet donc de juger le *pouvoir fongicide intrinsèque* de chaque produit (tableau I).

Tableau I.

PRODUITS.	NOTATION DU 9 MAI SUR PASSE-CRASSANNE (nombre moyen de taches sur 100 feuilles).			
	RÉPÉTITION.			MOYENNE des 3 répétitions.
	I.	II.	III.	
A. — Bouillie bordelaise	1	0	0	0,3
B. — Oxychlorure de cuivre	4	9	4	5,6
C. — Bouillie sulfocalcique	0	2	3	1,6
D. — Soufre micronisé	3	3	12	6
E. — Heptadecyl glyoxalidine	4	1	3	1,6
F. — Composé mercurique	—	—	—	—
G. — Sulfate d'orthoxyquinoléine	2	1	6	3
Témoin non traité	118	131	219	156

Le tableau I montre que *tous les produits utilisés ont un pouvoir toxique élevé vis-à-vis du Venturia pirina.* Seul, le produit F n'a pu être jugé.

La variété « Beurré d'Hardenpont », plus tardive que « Passe-Crassanne » a été faiblement contaminée le 18 avril et la notation du 9 mai ne permet pas d'apprécier dans ce cas, la valeur des produits (témoin non traité = 13).

D'autres notations effectuées fin mai, fin juin et début août, renseignent *sur la durée d'efficacité* des produits (tableau II).

Tableau II.

PRODUITS.	AUTRES NOTATIONS (nombre moyen de taches sur 100 feuilles pour les 3 répétitions.)			
	PASSE CRASSANNE.		BEURRÉ D'HARDENPONT.	
	Notation du 29 mai.	Notation du 29 juin.	Notation du 22 mai.	Notation du 10 août.
		(1)		
A. — Bouillie bordelaise	5	7	1	6
B. — Oxychlorure de cuivre	42	9	3	6
C. — Bouillie sulfocalcique	2	13	10	58
D. — Soufre micronisé	43	38	6	68
E. — Heptadecylglyoxalidine	55	35	7	143
F. — Composé mercurique	285	195	–	113
G. — Sulfate d'orthoxyquinoléine	94	107	3	106
Témoin non traité	432	754	72	374

(1) Les chiffres donnés dans cette colonne correspondent aux taches apparues depuis la notation précédante.

La bouillie bordelaise a eu la meilleure durée d'action.

L'oxychlorure de cuivre a été inférieur le 29 mai (il s'agissait alors du produit à 16 p. 100 de Cu), mais par la suite, il a été sensiblement équivalent à la bouillie bordelaise.

Le soufre micronisé (bouillie à 0,6 p. 100) a été un peu inférieur à la bouillie sulfocalcique.

Le dérivé de la glyoxalidine, assez bon au début, a perdu rapidement son efficacité (notation du 10 août).

Le sulfate neutre d'orthoxyquinoléine a eu une durée d'action encore plus courte.

Le produit à base de lactate de phénylmercuritriethanolammonium, appliqué seulement à partir du deuxième traitement, sur des arbres fortement contaminés, n'a pas permis par la suite de protéger efficacement les arbres.

Verger de Jagny. — Numération pour chaque répétition du nombre de taches sur les feuilles de quatre branches du contre-espalier (tableau III).

Tableau III.

PRODUITS.	NOMBRE MOYEN DE TACHES POUR 1000 FEUILLES VARIÉTÉ « PASSE-CRASSANNE »(1).					
	Notations du 21 mai.			Notations du 5 juillet.		
	Répétitions.		Moyenne des deux répétitions.	Répétitions.		Moyenne des deux répétitions.
	I.	II.		I.	II.	
A. — Bouillie bordelaise	2	2	2	3	13	8
B. — Oxychlorure de cuivre	3	13	8	21	93	57
C. — Bouillie sulfocalcique	11	16	13,5	91	125	108
D. — Soufre micronisé	2	3	2,5	36	108	77
E. — Heptadecylglyoxalidine	10	36	23	21	65	43
F. — Composé mercurique	–	–	–	153	406	279
Témoins non traité	33	283	158	360	568	463

(1) Les attaques à Jagny étant beaucoup plus faibles qu'à Versailles, les chiffres donnés dans ce tableau correspondent à 1.000 feuilles.
Il ne sera pas fait état ici de la variété « Jeanne-d'Arc », encore moins atteinte.

Comme à Versailles, la bouillie bordelaise a été la plus efficace.

Le soufre micronisé et le dérivé de la Glyoxaline ont donné des résultats supérieurs à ceux de Versailles, mais leur dose d'emploi était plus élevée.

2° *Notations sur fruits à la récolte.*

On a distingué sur les fruits quatre types de taches, suivant leur gravité :

Type I. — Taches craquelées correspondant à des attaques précoces;
Type II. — Taches en profondeur;
Type III. — Taches légèrement en dépression;
Type IV. — Taches superficielles correspondant à des attaques tardives.

Les tableaux IV et V donnent, pour 100 fruits, la surface totale tavelée et la surface correspondant à chaque type de taches.

Tableau IV.

Variété Passe-Crassanne (Verger de Jagny).

PRODUITS.	SURFACE TAVELÉE EN CM² POUR 100 FRUITS.									
	PREMIÈRE RÉPÉTITION.					DEUXIÈME RÉPÉTITION.				
	Total.	Taches du type.				Total.	Taches du type.			
		I.	II.	III.	IV.		I.	II.	III.	IV.
A. — Bouillie bordelaise	0	0	0	0	0	11	0	8	1,5	1,5
B. — Oxychlorure de cuivre	24	0	12	0	12	7,5	0	3	3	1,5
C. — Bouillie sulfocalcique	11	0	0	5	6	31	0	0	6,5	24,5
D. — Soufre micronisé	75	11	0	47,5	16,5	41	0	4	13	24
E. — Heptadecylglyoxalidine	63,5	0	10,5	15	38	121,5	0	14	43	64,5
F. — Composé mercurique	153	4	43	26	80	300	0	15,5	94,5	190
Témoin non traité	835	54,5	203	195,5	382	1287,5	125	160,5	275	727

Tableau V.

Variété Jeanne-d'Arc (Verger de Jagny).

PRODUITS.	SURFACE TAVELÉE EN CM² POUR 100 FRUITS.									
	PREMIÈRE RÉPÉTITION.					DEUXIÈME RÉPÉTITION.				
	Total.	Taches du type.				Total.	Taches du type.			
		I.	II.	III.	IV.		I.	II.	III.	IV.
A. — Bouillie bordelaise	0	0	0	0	0	11,5	4	5,5	0,5	1,5
B. — Oxychlorure de cuivre	1	0	0	0,5	0,5	6	0	4	0	2
C. — Bouillie sulfocalcique	37,5	0	4,5	6,5	26,5	33,5	0	5	5	23,5
D. — Soufre micronisé	14,5	0	4,5	0	10	20	0	1	5	14
F. — Hyptodecylglyoxalidine	54,5	0	13	18	23,5	89	2,5	17,5	7	62
F. — Composé mercurique	81	0	4,5	13	63,5	74,5	0,5	23	4	47
Témoin non traité	122,5	13	6,5	14	89	135	12	18	19	86

Le classement des produits correspond sensiblement à celui obtenu avec les notations des feuilles. En particulier, il montre bien que les produits cupriques ont une durée d'efficacité très supérieure à celle des autres produits. Les taches des types III et IV (contaminations tardives) sont rares avec la bouillie bordelaise et l'oxychlorure de cuivre.

Pour mieux faire ressortir la valeur pratique de chaque produit, les fruits des vergers de Jagny et de Versailles, ont été classés en six catégories, en tenant compte de la surface tavelée et de la gravité des taches (coefficients de gravité : 1 pour le type IV, 1,5 pour le type III, 3 pour le type II). Les fruits portant des taches du type I sont classés invendables.

Première catégorie :

Fruits surchoix, ne portant aucune trace de tavelure.

Deuxième catégorie :

Fruits ne portant que des taches superficielles (type IV), dont la surface totale par fruit est inférieure à 1/3 de cm² [1].

Troisième catégorie :

Fruits avec taches du type IV : 1/3 cm² $<$ S4 $\leqslant$ 2 cm²; ou du type III : S3 $\leqslant$ 1 cm² 1/3.

La somme de S4 $\times$ 1 (coefficient du type IV) et de : S3 $\times$ 1,5 (coefficient du type III) devant être inférieure ou égale à 2 cm².

Quatrième catégorie :

Fruits avec taches du type IV : 2 cm² $<$ S4 $\leqslant$ 3 cm²;
Fruits avec taches du type III : 1 cm² 1/3 $<$ S3 $\leqslant$ 2 cm²;
Fruits avec taches du type II : S2 $\leqslant$ 1 cm²;

Et : $(S4 \times 1) + (S3 \times 1,5) + (S2 \times 3) \leqslant 3$ cm².

Cinquième catégorie :

Fruits avec taches du type IV : 3 cm² $<$ S4 $\leqslant$ 9 cm²;
Fruits avec taches du type III : 2 cm² $<$ S3 $\leqslant$ 6 cm²;
Fruits avec taches du type II : 1 cm² $<$ S2 $\leqslant$ 3 cm²;

Et : $(S4 \times 1) + (S3 \times 1,5) + (S2 \times 3) \leqslant 9$ cm².

Sixième catégorie (fruits invendables) :

Taches du type IV : S4 $>$ 9 cm²;
Taches du type III : S3 $>$ 6 cm²;
Taches du type II : S² $>$ 3 cm²;

Et $(S4 \times 1) + (S3 \times 1,5) + (S2 \times 3) > 9$ cm².

Taches du type I.

[1] Notre unité de mesure était la section d'un crayon (1/3 de cm²).

Les tableaux VII et VIII et le graphique (fig. 2) donnent les résultats de ce classement.

Tableau VII.

Verger de Jagny.

PRODUIT.	JEANNE-D'ARC. P. 100 DE FRUITS PAR CATÉGORIE.						PASSE CRASSANNE P. 100 DE FRUITS PAR CATÉGORIE.					
	1re	2e	3e	4e	5e	6e	1re	2e	3e	4e	5e	6e
A. — Bouillie bordelaise	95	0	2	0	2	1	92	4	2	0	2	0
B. — Oxychlorure de cuivre	91	5	1	1	2	0	91	4	2	0	2	1
C. — Bouillie sulfocalcique	53	27	14	2	4	0	55	25	20	0	0	1
D. — Soufre micronisé	78	15	2	1	4	0	35	32	30	0	0	3
E. — Heptadecylglyoxalidine	38	25	21	1	12	3	20	19	40	10	7	4
F. — Composé mercurique	19	34	30	4	9	4	25	11	27	8	22	7
Témoin non traité	27	22	33	6	10	2	0	0	15	3	19	63

La protection a été excellente avec les produits cupriques (bouillie bordelaise et oxychlorure de cuivre).

Le soufre micronisé (bouillie à 1 p. 100) a préservé la récolte d'une façon sensiblement équivalente à la bouillie sulfocalcique.

Le dérivé de la glyoxalidine et le produit F se sont montrés inférieurs.

Tableau VIII.

Verger de Versailles.

PRODUITS.	PASSE CRASSANNE P. 100 DE FRUITS PAR CATÉGORIE.					
	1re	2e	3e	4e	5e	6e
A. — Bouillie bordelaise	42	28	15	10	5	0
B. — Oxychlorure de cuivre	62	0	12	20	0	6
C. — Bouillie sulfocalcique	–	–	–	–	–	–(1)
D. — Soufre micronisé	11	22	28	11	11	17
E. — Hyptadecylglyoxalidine	25	13	6	7	31	18
F. — Composé mercurique	–	–	–	–	–	–(1)
G. — Sulfate d'orthoxyquinoline	0	10	10	15	30	25
Témoin non traité	0	0	5	0	20	75

(1) Fruits en majorité attaqués par le Monilia et trop peu nombreux pour permettre d'établir un pourcentage.

Le tableau VIII montre que dans un verger, en très mauvais état sanitaire, même les produits cupriques ne permettent pas d'obtenir une récolte saine avec quatre traitements.

Les autres produits sont très inférieurs.

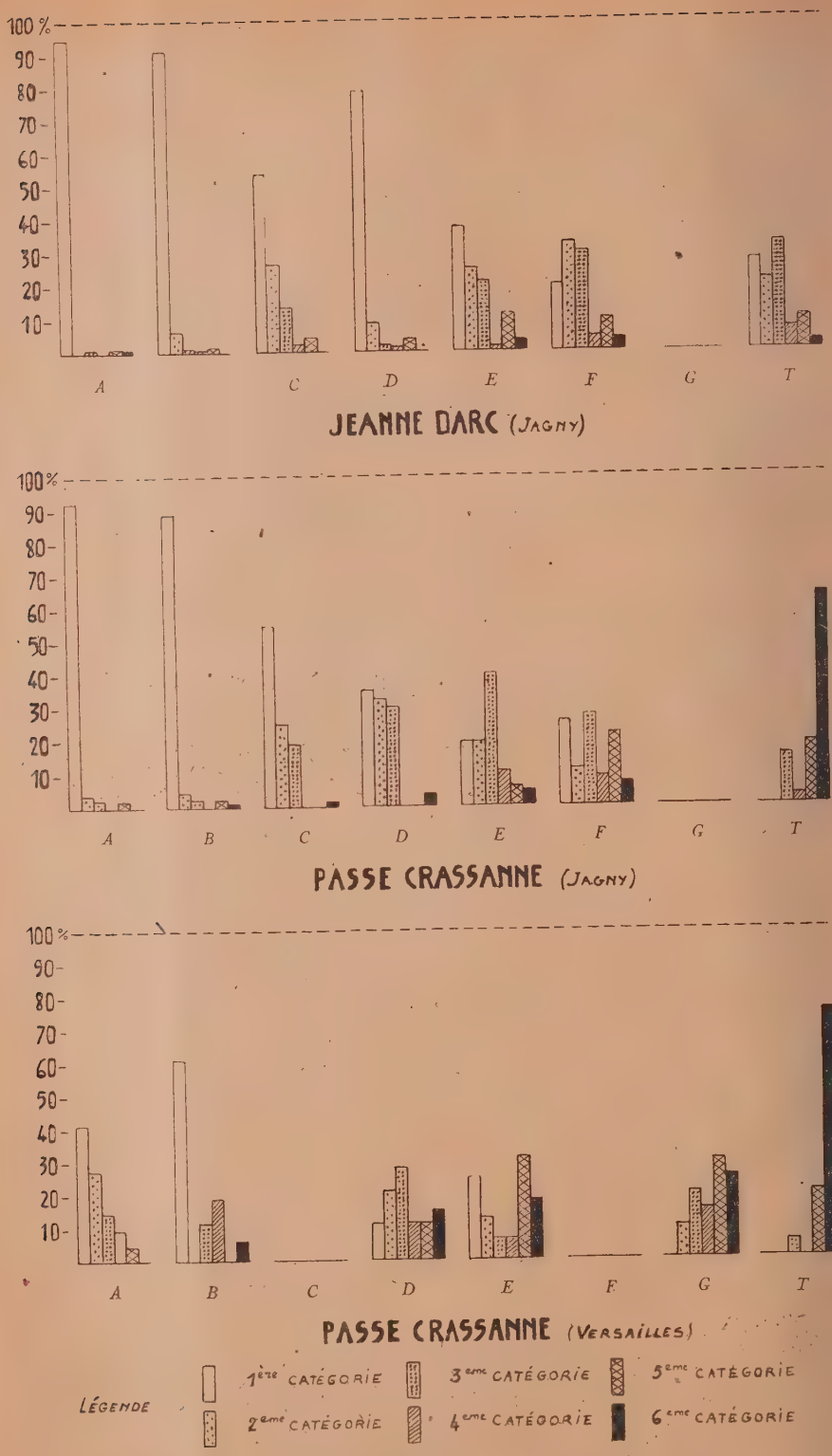


FIG. 2. — Pourcentage de fruits par catégories.

3° *Influence des produits sur la chute des feuilles.*

L'action des produits sur la chute des feuilles était très nette le 18 octobre, sur la variété « Beurré d'Hardenpont » à Versailles (fig. 3 et tableau IX).

TABLEAU IX.

PRODUITS.	P. 100 DES FEUILLES TOMBÉES LE 18 OCTOBRE. RÉPÉTITIONS. I.	II.	III.	MOYENNE des 3 répétitions.
A. — Bouillie bordelaise	0	0	0	0
B. — Oxychlorure de cuivre	0	0	0	0
C. — Bouillie sulfocalcique	70	20	10	30
D. — Soufre micronisé	30	20	10	20
E. — Heptadecylglyoxalidine	40	40	25	35
F. — Composé mercurique	70	40	70	60
G. — Sulfate d'orthoxyquinoléine	50	60	80	65
Témoin non traité	80	85	90	85

Les produits cupriques se sont montrés, là encore, bien supérieurs aux autres produits. Il est d'ailleurs possible que le cuivre ait une action sur l'état physiologique de l'arbre, en plus de son activité contre la Tavelure.

Conclusions [1].

1° Tous les produits expérimentés ont un pouvoir toxique élevé vis-à-vis du *Venturia Pirina.*

2° Seuls les produits cupriques ont présenté une durée d'efficacité suffisante pour donner une récolte excellente, avec quatre traitements, dans un verger, dont l'état sanitaire au départ de la végétation était moyen. (Mais les produits cupriques peuvent causer des brûlures au feuillage, dans les régions humides, par temps pluvieux. Nous n'avons pas eu ces inconvénients cette année.)

La bouillie bordelaise a donné les résultats les plus constants.

La bouillie à base d'oxychlorure de cuivre a été un peu inférieure, au début, pour la protection des feuilles, surtout avec le produit dosant 16 p. 100 de Cu.

3° Le soufre micronisé mouillable sous la forme de bouillie à 1 p. 100 a donné des résultats assez proches de la bouillie sulfocalcique. Ce produit devrait être essayé à nouveau, à une dose plus élevée et en appliquant un ou deux traitements supplémentaires.

4° Le 2 Heptadécylglyoxalidine est inférieur. Cependant, il ne doit pas être éliminé.

[1] Voir H. DARPOUX et A. VUITTENEZ. — Essais de traitements, en cours de végétation, contre la Tavelure du Poirier. (*C. R. Académie d'Agriculture de France*, séance du 28 janvier 1948.)

En augmentant sa stabilité ou son adhérence, il pourrait être utilisé comme produit de remplacement.

5° Le lactate de phénylmercuritriethanolammonium ne semble pas être plus efficace que le précédant ; il n'y a pas lieu de proposer une modification de la législation actuelle interdisant son emploi.

6° Le sulfate neutre d'orthoxyquinoléine est actif lorsqu'il est appliqué à la veille des contaminations. Mais la durée d'efficacité de ce produit utilisé est courte. Là encore il y aurait lieu de rechercher à augmenter sa stabilité et son adhérence.

7° Un verger en très mauvais état sanitaire, au départ de la végétation, ne peut donner une récolte parfaitement saine, en année à évolution normale de la Tavelure, par l'application de quatre traitements, même avec des produits cupriques.

Il y a donc lieu d'envisager des traitements complémentaires permettant de réduire le nombre de germes infectieux initiaux. Ceci fait l'objet de la deuxième partie de ce mémoire.

II. ESSAIS DE TRAITEMENTS COMPLÉMENTAIRES.

La Tavelure du Poirier est une maladie à foyers, les conidies, organes de propagation, n'étant pas transportées à de grandes distances. Le nombre de germes susceptibles d'assurer les premières contaminations présente donc une importance primordiale.

Nous avons entrepris une série d'essais de traitements ayant pour but de réduire le nombre de germes initiaux.

Pour mieux comprendre comment ces traitements peuvent agir, il est nécessaire de connaître le mode d'hibernation du *Venturia pirina.*

Le champignon hiverne de deux façons :

1° Dans les feuilles mortes, en formant à l'automne des périthèces (fig. 4). Ceux-ci murissent au printemps et, si les conditions du milieu sont favorables, libèrent leurs ascospores ; celles-ci, entraînées sur les organes sensibles du végétal, germent et assurent les contaminations primaires ;

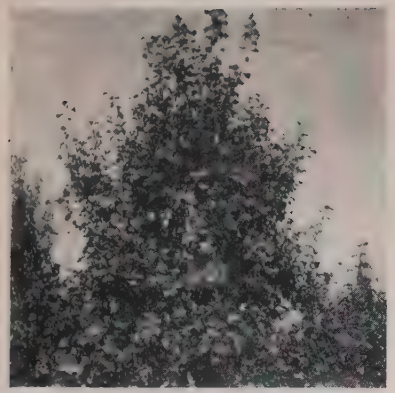
2° Sur les rameaux des arbres infectés sous la forme de masses stromatiques, dans des pustules (fig. 5). Le stroma donne naissance au cours de l'hiver et au printemps, à des conidies qui, comme les ascospores, peuvent déterminer les premières contaminations.

Pour agir sur les organes de conservation on peut envisager trois types de traitements.

I. *Après la récolte, avant la chute des feuilles :* pulvérisation des produits destinés à empêcher la formation des périthèces.

II. *Au printemps* : aspersion sur les feuilles mortes de produits destinés à empêcher la projection des ascospores ou, au contraire, de produits susceptibles d'activer la maturation des périthèces et de stimuler la projection des ascopores.

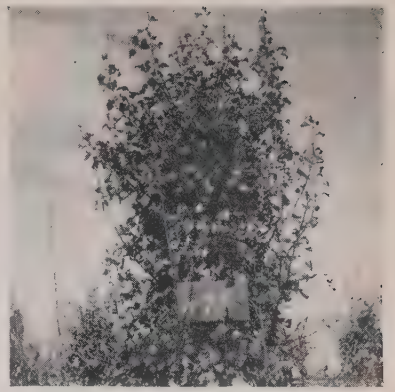
III. *Juste avant le débourrement* : pulvérisations de produits destinés à tuer les conidies d'hiver dans les pustules des rameaux et, de plus, à bloquer leur formation, au moins pendant un temps limité.



A. Bouillie bordelaise.

B. Oxychlorure de Cu.

C. Bouillie sulfocalcique.



D. Soufre micronisé.

E. Heptadecylglyoxalidine.

F. Composé mercurique.

G. Sulfate d'orthoxyquinoléine.

Témoin non traité.

Fig. 3. — Influence des produits sur la chute des feuilles.

Planche II.

Les essais de traitements I sont actuellement en cours.

Nous donnerons ici les premiers résultats obtenus à la suite des essais II et III effectués en 1947.

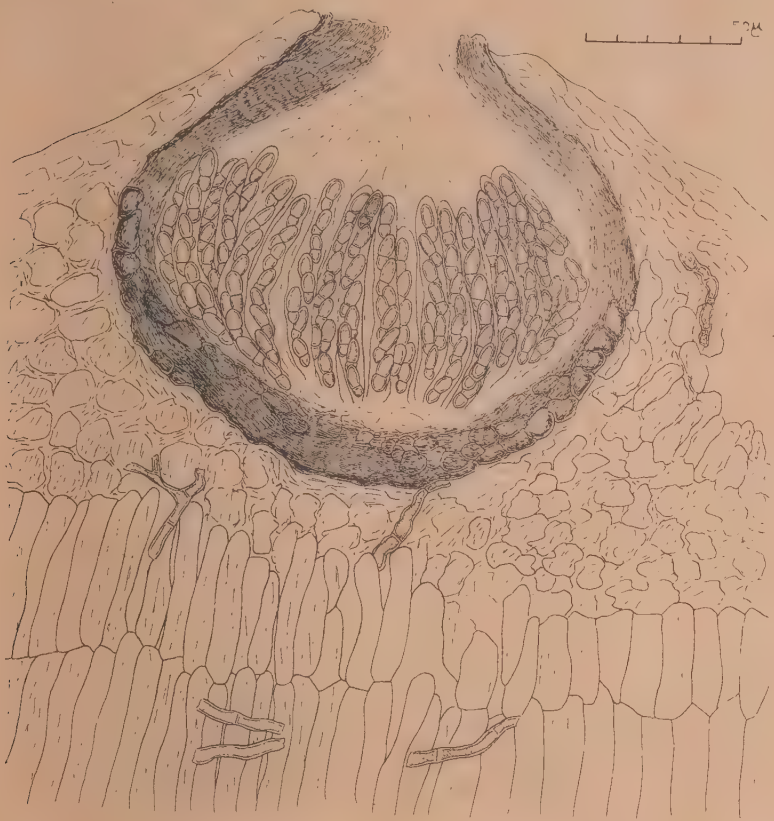


Fig. 4. — Périthèce de *Venturia pirina*.

Fig. 5. — Pustules sur rameaux.

A. Action de différents produits sur la projection des ascospores.

(Essais de laboratoire.)

Les ascospores de *Venturia pirina* sont mises en liberté grâce à un phénomène d'éjection remarquable. Placé dans l'eau, un périthèce mûr augmente de volume, les asques s'imbibent d'eau, deviennent turgescents et s'allongent jusqu'à l'ostiole du périthèce. Quand la pression exercée par le liquide intérieur est suffisante, l'extrémité des asques se rompt ; les ascospores sont alors vigoureusement projetées en l'air, les unes après les autres, comme les balles d'une mitrailleuse et peuvent atteindre une hauteur de 1 centimètre au-dessus de l'ostiole.

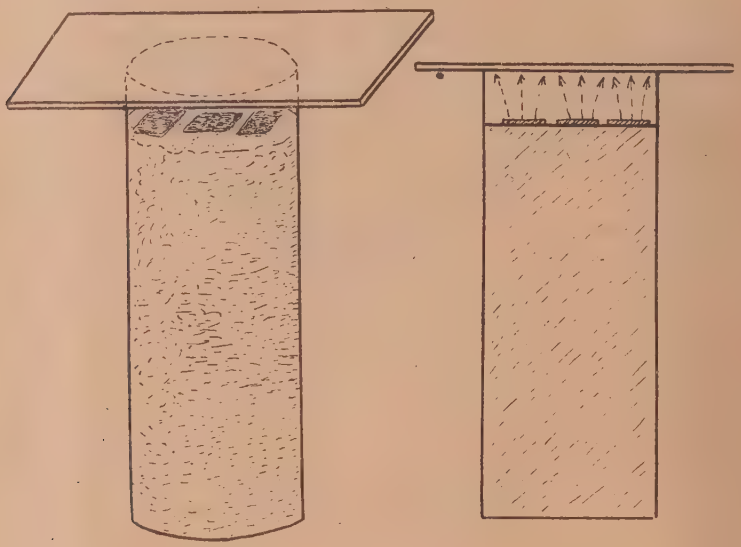


Fig. 6.

Ce phénomène est purement mécanique. Il se produit parfaitement à des températures élevées auxquelles le champignon est manifestement tué.

Pour empêcher l'éjection des ascospores, il suffirait de rendre impossible le gonflement des asques. On peut donc penser que des produits plasmolisant fortement l'asque, ou coagulant son contenu, permettraient d'obtenir ce résultat. Dans ce but, de nombreuses substances ont été appliquées au laboratoire sur des feuilles mortes prélevées dans le verger.

Première expérience le 9 avril 1947 (début de maturité des périthèces dans le verger).

Technique. — Pour chaque essai, un godet, constitué par un tube de Borel, est rempli de coton hydrophile imbibé de la solution à étudier. De petit fragments de feuilles garnis de périthèces sont plongés cinq ou six fois dans la solution S et placés sur le coton. Puis on couvre le godet par une lame de verre dont la face inférieure est enduite de vaseline ou d'un milieu nutritif gélosé [1]. La distance entre les fragments de feuilles et les lames ne doit pas dépasser 3 millimètres. Les godets ainsi constitués sont placés à

[1] L'emploi d'un milieu gélosé favorable à la germination permet de juger si les ascospores projetées sont vivantes.

l'étuve à 25°. Chaque jour, on enlève les lames pour l'examen microscopique et on les remplace par de nouvelles lames (fig. 6).

Résultats (tableau X) :

TABLEAU X.

PRODUITS.	NOMBRE D'ASCOSPORES RECUEILLIES.		
	DU 9 AU 10 AVRIL.	DU 10 AU 11 AVRIL.	DU 11 AU 19 AVRIL.
Témoins (eau)	150	2.000	0
β Naphtoxyacétate de K 1mg p. 1	0	300	0
SO4H2 10 p. 100	0	0	0
NaOH 10 p. 100	0	0	0
CO_3Na_2 15 p. 100	0	0	0
Formol 2 p. 100	0	0	0
Dinitrocrésylate de Na 3 p. 1.000	0	0	0
CLO3Na 15 p. 100	0	0	0
CLNa 15 p. 100	0	0	0
SO4 (NH4)2 15 p. 100	0	0	0

Les produits essayés, à l'exception de l'hormone, sont capables de bloquer l'éjection des ascospores tant qu'ils restent en contact avec les feuilles.

Mais dans la pratique le produit se dilue assez rapidement après l'application (laquelle peut être envisagée sous la forme d'un arrosage des feuilles sur le sol).

Dans une deuxième expérience, nous avons donc étudié l'action des produits mis en contact avec les feuilles pendant un temps très court.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE. — *Technique* : de petits fragments de feuilles, garnis de périthèces, sont trempés cinq ou six fois pendant quelques secondes, dans les solutions à étudier. On laisse ensuite sécher ces fragments à l'air, puis on les dispose dans des godets semblables à ceux de l'expérience n° 1, mais contenant cette fois du coton imbibé d'eau ordinaire.

Résultats (tableau XI) :

TABLEAU XI.

PRODUITS.	NOMBRE D'ASCOSPORES RECUEILLIES.			
	LE 1er JOUR.	LES 2e ET 3e JOURS.	LE 4e JOUR.	DU 4e AU 9e JOUR.
	—	— (1)	—	—
Témoin non traité (eau)	230	500 (g)	250 (g)	–
NAOH 10 p. 100	0	0	0	0
SO4H2 10 p. 100	0	50 (g)	60 (g)	0
(ClO) 2Ca 15 p. 100	110 (g)	100 (g)	300 (g)	0
Dinitrocrésylate de Na 3 p. 100	300 (g)	10 (g)	0	0
CS2	500 (g)	90 (g)	–	–
SO4 (NH4)2 15 p. 100	150 (g)	2.300 (g)	1.500 (g)	0
CO3Na2 15 p. 100	200 (g)	460 (g)	550 (g)	0
PO4H2Na 15 p. 100	1.100 (g)	600 (g)	800 (g)	0
NO3Na 15 p. 100	140 (g)	40 (g)	50 (g)	0
ClNa 15 p. 100	170 (g)	700 (g)	1.000 (g)	30
ClK 15 p. 100	300	700 (g)	850 (g)	0
Naphtoxyacétate de K 0 mg, 5 par l	850 (g)	–	700 (g)	0
2-4 dichlorophénoxyacétate de K 0 mg. 05 p. 1	240 (g)	2.500 (g)	4.500 (g)	–

(1) g = ascospores ayant germé sur la lame gélosée après la projection.

Dans cet essai, seule la soude, en solution à 10 p. 100, a complètement empêché la projection. L'acide sulfurique, en solution à 10 p. 100, a eu une action mais non parfaite.

Les autres produits n'ont pas donné les résultats escomptés. Au contraire, le traitement par les solutions salines concentrées et les hormones semble favoriser l'éjection.

Troisième expérience. — Influence de la durée de trempage et de la concentration des produits.

Technique : les fragments de feuilles sont trempés dans les solutions pendant des temps variables. On les laisse sécher sur du buvard et on les place comme précédemment sur du coton imbibé d'eau pour obtenir la projection.

Résultats (tableau XII) :

Tableau XII.

PRODUITS.	DURÉE du TREMPAGE. (a)	PROJECTIONS. APRÈS 15 heures.	PROJECTIONS. APRÈS 23 heures.
Témoins (eau)	—	++ (1)	—
2-4 dichlorophénoxyacétate de K 1 p. 1.000	15 m.	++	—
— —	10 m.	++	—
— —	5 m.	++	—
β Naphtoxyacétate de K 1 p. 1.000	10 m.	++	—
— —	5 m.	++	—
Ac. α naphtylacétique 1 p. 100.000	5 m.	++	—
Dinitrocresylate Na 3 p. 1.000	30 m.	+	—
— —	15 m.	+	—
— —	10 m.	++	
Formol 2 p. 100	30 m.	—	
— —	10 m.	++	
— —	5 m.	++	
$SO_4(NH_4)_2$ 15 p. 100	30 m.	++	
— —	10 m.	++	
— —	5 m.	++	
ClO^3Na 15 p. 100	30 m.	++	
KOH 10 p. 100	3 m.	—	—
— —	1 m.	—	—
— —	6 s.	+	
— 2.5 p. 100	3 m.	—	—
— —	1 m.	+	
NaOH 10 p. 100	3 m.	—	—
— —	1 m.	—	—
— —	6 s.	—	—
— 5 p. 100	3 m.	—	—
— —	1 m.	—	—
— 2,5 p. 100	3 m.	—	—
— —	1 m.	—	—
SO_4H_2 10 p. 100	3 m.	—	—
— —	1 m.	—	—
— 2.5 p. 100	3 m.	—	—

(1) ++ nombreuses ascospores (plus de 500).
+ quelques ascospores.
— aucune projection.

(2) m. minutes.
s. secondes.

Ce tableau montre que la soude est très efficace, même en solution à 2,5 p. 100. L'acide sulfurique et la potasse sont actifs si la durée du trempage est suffisante (1 minute pour une solution à 10 p. 100; 3 minutes pour une solution à 2,5 p. 100).

Remarques sur l'action stimulante de certains produits.

Dans l'expérience n° 2, les projections ont été très intenses avec les fragments de feuilles traités aux solutions salines concentrées. Il est probable qu'une plasmolyse suivie d'un retour à la turgescence, constitue une excitation qui favorise l'éjection.

Le 2-4-dichloro-phénoxy-acétate de potassium semble avoir favorisé également les projections d'ascospores et accéléré leur germination. En effet, dans une expérience, des périthèces, après trempage de dix minutes, dans la solution d'hormone, ont donné, dans une expérience, des ascospores qui, vingt-quatre heures plus tard, avaient des filaments germinatifs nettement plus longs que ceux des ascospores des témoins.

Tableau XIII.

PRODUITS.	LONGUEUR MOYENNE du FILAMENT GERMINATIF des ascospores.
Témoins (eau)	200 μ
2-4 dichlorophénoxyacétate de K. 1/10.000	400 μ
— 1/1.000	500 μ

Conclusions[1]. — Ces expériences ont mis en évidence l'activité de plusieurs produits sur la projection des ascospores. En particulier, les solutions de soude, de potasse et d'acide sulfurique, pourraient bloquer l'éjection des ascospores dans le verger, mais leur emploi présenterait sans doute de nombreux inconvénients.

Des produits qui, à l'étranger, ont donné des résultats pratiques intéressants, comme le dinitrocrésylate de potassium et le sulfate d'ammonium, n'ont pas eu d'action dans nos essais. Ces produits n'agissent probablement qu'après un contact prolongé avec les feuilles; il y aurait donc lieu de les expérimenter à nouveau.

Les produits à action stimulante peuvent aussi être intéressants en permettant de déclencher une éjection massive d'ascospores lorsque le végétal ne peut être contaminé, soit avant le débourrement, soit plus tard pendant les périodes non pluvieuses. Dans ce dernier cas, l'application de ces produits, combinée avec un arrosage massif du sol (facilement réalisable dans les vergers irrigués), permettrait vraisemblablement de vider tous les périthèces en moins d'une semaine. (Dans les conditions naturelles, la projection des ascospores, réglée par les pluies, s'échelonne pendant plus d'un mois ce qui complique beaucoup la lutte contre la Tavelure.)

B. Action des traitements de prédébourrement sur les conidies des rameaux.

Cette seconde série d'essais a pour but de préciser l'action de certains produits sur la faculté germinative et la formation des conidies d'hiver.

[1] Voir H. Darpoux et A. Vuittenez. — Essais de traitements complémentaires contre la Tavelure du Poirier. (*C. R. Académie d'Agriculture de France*, séance du 10 mars 1948.)

Technique. - Les produits ci-après ont été appliqués en pulvérisation sur des branches de la variété « Doyenné du Comice », très sensible à la Tavelure des rameaux :

1. Formol, 2 p. 100;
2. Produit (20 p. 100 de dinitrocrésylate Na), 1 p. 100;
3. Produit (2,75 p. 100 de sulfate neutre d'orthoxyquinoléine), 4 p. 100;
4. Bouillie bordelaise à 4 p. 100 de sulfate de cuivre;
5. 2-4 dichlorophénoxyacétate de K. : 5 mg. pour 100 litres d'eau;
6. Acide naphtoxyacétique, 5 mg. pour 100 litres d'eau;
7. Permanganate de potassium, 500 grammes pour 100 litres d'eau;
8. Huile d'anthracène, 8 litres pour 100 litres d'eau;
9. Bouillie sulfocalcique (produit dosant 18 p. 100 de S. actif), 4 litres pour 100 litres d'eau.

Les traitements ont été effectués le 18 mars 1947.

La faculté germinative des conidies de chaque lot a été éprouvée au laboratoire les 24, 25, 26, 28 mars et le 2 avril.

A cet effet, on prélève dans chaque essai, des conidies sur de nombreuses pustules et on les ensemence sur une lame, dans une goutte de milieu nutritif. Les lames sont ensuite placées en atmosphère humide, dans des boîtes de Petri, à la température de 25°. Au bout de vingt-quatre heures, on observe l'état de germination des conidies.

Résultats :

Tableau XIV.

PRODUITS.	POURCENTAGE GERMINATION DES CONIDIES.				
	24 mars.	25 mars.	26 mars.	28 mars.	2 avril.
1. Formol	+ (1)	0	10	+	2
2. Dinitrocresylate	+	+	5	+	+
3. Sulfate d'oxyquinoléine	+	+	+	+	+
4. Bouillie bordelaise	+	10	5	+	2
5. Sel de K du 2-4-6	+	+	+	+	+
6. Acide naphtoxyacétique	+	+	+	+	+
7. Permanganate de potassium	+	+	+	+	+
8. Huile d'anthracène	10	5	2	10	10 et +
9. Bouillie sulfocalcique	10	10	10	+	+
Témoin non traité	60 à 80 p. 100.				

(1) + Pourcentage peu différent de celui du témoin.

Les résultats dans nos essais de germination ne prouvent pas nécessairement que le produit n'a pas eu d'action. En effet, au moment du traitement, les pustules se trouvent à différents stades : les unes sont formées d'une masse stromatique et de conidies recouvertes par le périderme (fig. 7), chez les autres, la couche de liège a éclaté mettant à nu le stroma conidifère (fig. 8); on conçoit donc que dans le premier cas, les produits puissent difficilement agir et que ces pustules, lorsqu'elles s'ouvrent, renferment des conidies non altérées.

Dans ces essais effectués au verger, il était difficile de savoir à quel stade se trouvaient les pustules le jour du traitement au moment du prélèvement des conidies. Une étude

statistique sur un très grand nombre de pustules aurait permis d'obtenir des résultats plus précis. Néanmoins les notations montrent que les effets des traitements se mani-

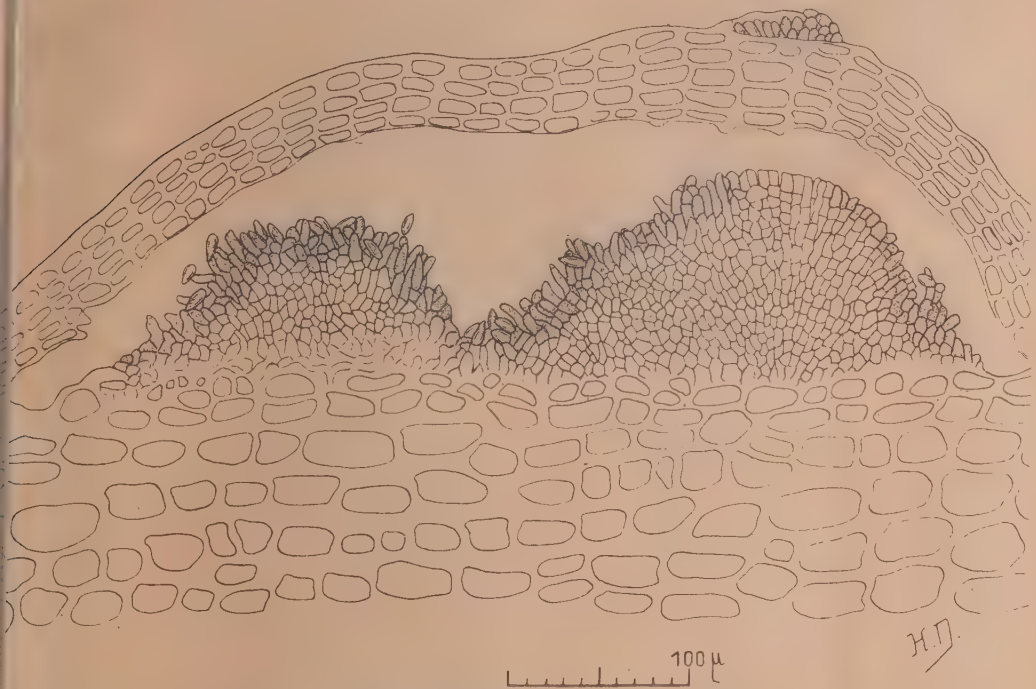


Fig. 7. — Stroma conidifère recouvert par le périderme.

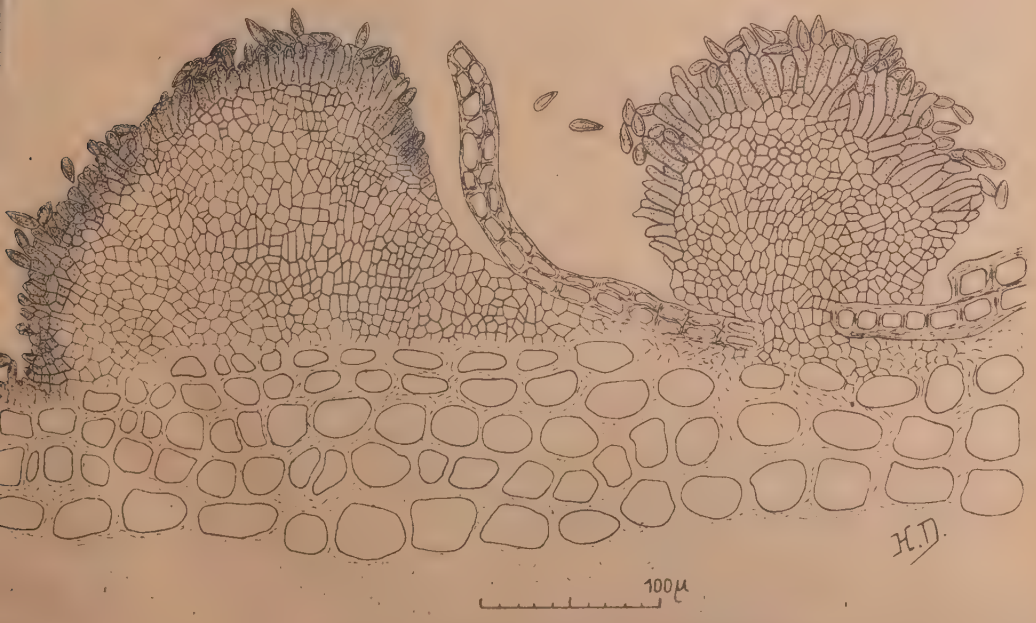


Fig. 8. — Stromas conidifères non recouverts par le périderme.

festent encore huit à quinze jours après l'application pour les produits suivants : formol, bouillie bordelaise, bouillie sulfocalcique et huile d'anthracène.

Ce dernier produit a donné, dans nos essais, les résultats les plus favorables, vraisemblablement en raison de son pouvoir de pénétration.

Les trois autres produits ne semblent avoir une efficacité nette que sur les pustules bien ouvertes au moment du traitement.

Conclusions [1]. — Les solutions de formol à 2 p. 100, de bouillie bordelaise à 4 p. 100, de bouillie sulfocalcique à 4 p. 100 et l'huile d'anthracène à 8 p. 100 permettent de diminuer dans des proportions importantes le nombre des conidies d'hiver pendant une durée de huit à quinze jours. Il y a donc intérêt à utiliser ces produits en pulvérisation juste avant le débourrement pour réduire l'importance des premières contaminations.

L'huile d'anthracène, utilisée seule, à 8 p. 100 a une efficacité au moins égale à celle des produits précités et il ne semble pas indispensable de lui adjoindre d'autres fongicides ainsi qu'on le recommande habituellement.

(1) Voir H. Darpoux et A. Vuittenez. — Essais de traitements complémentaires contre la Tavelure du Poirier. (*C. R. Académie d'Agriculture de France*, séance du 10 mars 1948.)

(*Reçu en janvier 1948.*)

INFLUENCE DES ATTAQUES DE MORT-LIN SUR LE RENDEMENT DU LIN CULTIVÉ.

I. INFLUENCE SUR LE RENDEMENT EN FIBRES.

Par J. Grente,

Chef de travaux à la Station Centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE :

Pages.

Introduction 27
Évolution de la maladie 28
Diminution de rendement de la variété Stormoft Gossamer en 1946 29
Modifications histologiques des faisceaux de fibres des tiges attaquées 36
Conclusions 37
Résumé 37

Introduction.

Nous avons précédemment étudié les causes du « Mort-Lin », maladie du Lin cultivé (*Linum usitatissimum*), se caractérisant par un dessèchement prématuré des plantes arrivées au voisinage de leur maturité. Nous avons montré que le « Mort-Lin » était une maladie parasitaire due à un champignon microscopique l'*Ascochyta linicola* décrit par Naoumoff et Vassilewski en 1926.

La maladie est en tous points identique à celle décrite en 1921 par Pethybridge, sous le nom de « Dead Stalks » puis de Foot Rot et rapportée à un *Phoma* non identifié. Il est très vraisemblable que le *Phoma* décrit, n'est autre que l'*Ascochyta linicola*, c'est du moins ce que nous pouvons conclure de l'étude mycologique de ce dernier champignon. C'est aussi l'avis de Dennis qui a étudié les deux champignons en 1946.

Le « Mort-Lin » étant très répandu dans la plupart des linières françaises, il nous a paru utile d'étudier son effet sur le rendement et de déterminer son mode d'action sur le rendement global du Lin.

Évolution de la maladie.

Nous rappellerons brièvement le cycle du champignon dans lequel nous distinguerons trois phases :

1° Les premières manifestations sont caractérisées par une attaque des semis plus ou moins importante selon le pourcentage de graines contaminées et l'humidité du sol. Les jeunes plantules peuvent être tuées avant leur sortie de terre (stade de préémergence) ou lors de l'épanouissement des cotylédons : la maladie prend alors l'allure d'une fonte de semis. Par la suite, les plantes deviennent de plus en plus résistantes à la contamination.

2° C'est à la floraison que l'on peut constater la deuxième manifestation de la maladie : alors que les tiges normales sont encore de couleur verte virant au jaune, on peut voir çà et là des groupes de quelques tiges de couleur brune plus ou moins foncée, Ces tiges sont fragiles et se cassent facilement; elles portent entre le niveau du sol et la cicatrice de l'insertion des cotylédons, les marques d'une attaque par un parasite : l'écorce est désorganisée et souvent les fibres sont dénudées, de très nombreuses ponctuations jaunâtres à noires sont visibles sur la partie malade. Les praticiens nomment ces plantes « Lin-Mort »;

3° Lors de la maturation des graines, alors que les capsules sont encore jaunes, on peut voir de très nombreuses capsules de couleur très foncée, d'aspect huileux présentant de nombreuses ponctuations brunâtres; lorsqu'on en extrait les graines, on peut constater qu'un grand nombre d'entre elles sont de couleur noire, malformées et couvertes de pustules qui sont les fructifications du champignon.

L'effet de ces trois manifestations successives est :

1° De diminuer fortement la levée;
2° De tuer un certain nombre de plantes avant la maturité de la fibre;
3° D'empêcher les graines de mûrir et de contaminer dangereusement celles qui sont destinées aux ensemencements.

L'effet de la maladie sur la levée a été exposé précédemment [1] et fera l'objet d'études ultérieures. En général, dans un semis de graines peu contaminées (moins de 5 p. 100), la perte de plantules est compensée par la densité du semis toujours très forte dans les conditions de la culture du Lin en France. Cependant ces premières manifestations sont très importantes, car elles aboutissent à la formation de sources de contaminations qui permettront à la maladie de s'étendre à nouveau après la floraison.

Les attaques des plantes avant la maturité de la fibre sont très préjudiciables aux Lins à fibre. Les attaques des capsules sont très importantes pour la production des graines qu'elles soient destinées aux ensemencements ou à l'extraction d'huile.

Dans cette première étude, nous examinerons la perte de fibre due aux attaques d'*Ascochyta linicola* postérieures à la floraison.

Nous étudierons l'influence des attaques d'*Ascochyta linicola* sur le rendement de Lins à fibre de la variété *Stormont Gossamer*.

[1] Voir : Grente. — Etude du Mort-Lin. *Ann. Épiphyties*, 1935, n° 4, p. 325-36.

Diminution du rendement de la variété Stormont Gossamer en 1946.

A la fin de l'année 1946, la Station centrale d'Amélioration des Plantes de grande culture de Versailles, nous signalait que, dans les essais comparatifs de rendement, la variété *Stormont Gossamer* avait donné des résultats bien inférieurs à ceux que l'on pouvait en attendre si l'on en jugeait par l'expérience des années précédentes.

Les poids de paille récoltés dans les quatre parcelles étaient les suivants :

Tableau I.

Parcelles de 3 m² 75.

PARCELLES.	POIDS DE PAILLE.
N° 1	17,00 kg.
N° 2	23,25 kg.
N° 3	19,45 kg.
N° 4	21,85 kg.

Ce qui correspond à un rendement à l'hectare calculé de 54,3 quintaux. La variété *Stormont Gossamer* se classait ainsi dans un très mauvais rang par rapport à la variété Concurrent prise comme témoin de l'essai, et dont le rendement était 64,7 quintaux à l'hectare. Le rendement du *Stormont Gossamer* aurait dû atteindre 60 quintaux environ. La perte de paille pouvait donc être évaluée à 10 p. 100.

Nous avons examiné les récoltes des quatre parcelles, et nous avons pu constater qu'un grand nombre des plantes récoltées étaient attaquées par l'*Ascochyta linicola*. Ce matériel était donc propice à l'étude que nous voulions entreprendre.

Nous examinerons successivement :

a. Le pourcentage de tiges attaquées dans chacune des parcelles ;
b. Le diamètre des tiges attaquées comparativement à celui des tiges saines ;
c. La longueur des tiges dans les mêmes conditions ;
d. La teneur en fibre des tiges dans les mêmes conditions ;
e. Le poids des tiges dans les mêmes conditions.

a. *Pourcentage de tiges attaquées.* — Devant l'impossibilité matérielle d'examiner la totalité des tiges récoltées sur une parcelle, nous avons été conduits à exécuter le prélèvement d'un échantillon moyen.

Une première approximation nous a été donnée en comptant le nombre de tiges portant des pycnides du champignon [1] dans une poignée d'une centaine de tiges prélevée au hasard dans la botte récoltée.

Ce mode opératoire ne donne pas de résultats satisfaisants : en effet, les tiges malades sont réparties dans le champ en petits groupes d'une dizaine environ et restent groupées lors de l'arrachage ; il en résulte que les divers prélèvements sont très différents les uns des autres, de sorte que les chiffres obtenus par la numération des tiges attaquées montrent une trop grande fluctuation.

[1] Les pycnides sont décelées par examen à la loupe binoculaire au grossissement de 20 diamètres environ.

On ne peut pas non plus prélever les tiges au hasard en les prenant une par une. En effet, leur enchevêtrement rendrait cette opération difficile et serait la cause de la perte de beaucoup de tiges, surtout parmi les plus fines ; de plus, la grande différence de couleur entre les tiges saines et les tiges attaquées influencerait inévitablement l'opérateur.

La méthode suivante nous a donné les meilleurs résultats : on étale la botte sur une table et on fait au hasard un prélèvement d'une pincée d'une dizaine de tiges environ. On compte dix tiges au hasard dans ce prélèvement.

diamètres moyens { tiges saines 14,4 / tiges attaquée 12,5

différence 1,9 soit 14 %

analyse statistique $t = 6$ $p = 0,01$

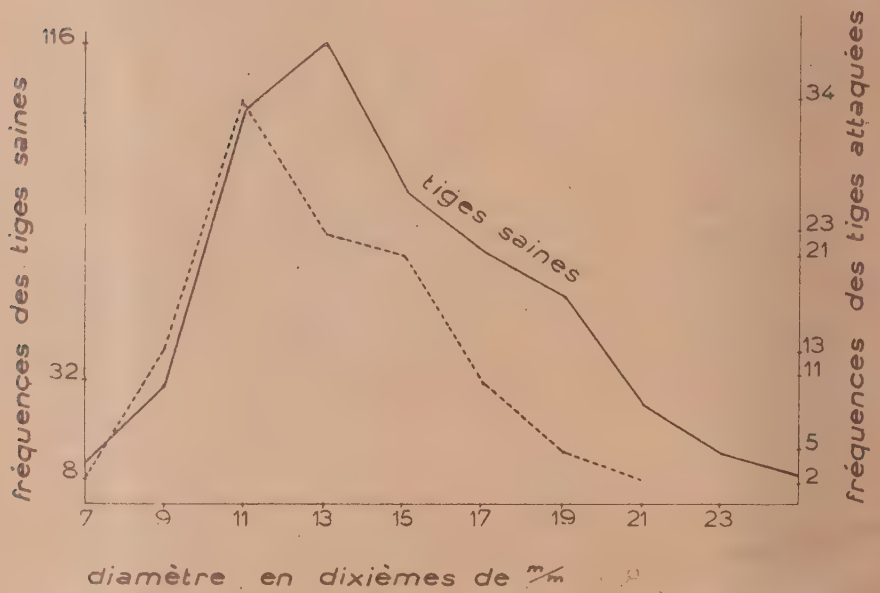


Fig. 1. — Diamètre des tiges de Lin dans une parcelle attaquée par l'*Ascochyta linicola*.

On retourne la botte en mélangeant le plus possible et on recommence. Lorsqu'on a 100 lots de 10 tiges, on les lie individuellement, on les mélange, puis on les répartit au hasard en lots de 100 tiges sur lesquels on fait les numérations nécessaires.

On a ainsi 10 mesures de pourcentage, dont on fait la moyenne.

Les résultats sont les suivants :

Tableau II.

PARCELLES.	POURCENTAGE MOYEN DE TIGES ATTAQUÉES.
N° 1	19,6 p. 100
N° 2	37,1 p. 100
N° 3	16,8 p. 100
N° 4	11,3 p. 100

Pour chacune des parcelles, le rapport du plus grand écart observé à l'écart type des 10 mesures est inférieur à 2,262, cet écart n'a donc pas plus de 5 chances sur 100 d'être attribuable à une erreur systématique.

Pour l'ensemble de l'essai, on peut évaluer le pourcentage de tiges attaquées à 20 p. 100 environ.

b. *Diamètre des tiges.* — Les tiges saines et les tiges malades étant séparées les unes des autres, on calibre chacune d'entre elles au pied-à-coulisse (diamètre pris au milieu de la tige) et on les répartit en classes de deux dixièmes de millimètre d'amplitude [1].

Les résultats sont donnés au tableau suivant :

TABLEAU III.

DIAMÈTRE EN 1/10 DE MILLIMÈTRES.	FRÉQUENCE DES TIGES.			
	PARCELLE 3.		PARCELLE 4.	
	Tiges saines.	Tiges attaquées.	Tiges saines.	Tiges attaquées.
7	8	5	8	2
9	20	21	32	13
11	30	31	99	34
13	32	36	116	28
15	45	31	80	21
17	27	11	64	11
19	18	7	54	5
21	14	6	26	2
23	4	2	13	0
25	2	0	8	0
TOTAL	200	150	500	136
Moyennes	14,4	13,2	14,4	12,5
Différence	— 1,2		— 1,9	
Analyse statistique	t { Calculé = 3,12 ; des Tables = 2,526		t { Calculé = 6 ; des Tables = 3,291 [1]	
	P = 0,01		P = 0,001	

[1] t représente le rapport de la différence des moyennes à l'erreur type affectant cette différence.
P représente la probabilité qu'a le hasard pour être le seul à intervenir dans l'existence de cette différence. Pour P = 0,01 la différence a 99 chances sur 100 de ne pas être le seul fait du hasard.

Nous pouvons conclure de ces deux séries de mesures, ainsi que de mesures faites précédemment sans souci de précision statistique, qu'il existe une différence significative entre le diamètre moyen des tiges saines et des tiges attaquées par l'*Ascochyta*. La diminution de diamètre est d'environ 2 dixièmes de millimètre, soit en moyenne 14 p. 100.

Nous avons superposé sur un même graphique (fig. 1) les polygones de fréquences correspondant aux deux populations de la parcelle 4, après avoir fait un changement d'ordonnées de façon à les rendre comparables. L'examen de ce graphique montre que les deux courbes sont décalées horizontalement de l'amplitude d'une classe (2 dixièmes de millimètre).

La dissymétrie des polygones de fréquences (expliquable par le fait que, lors de l'arrachage, toutes les tiges ne sont pas arrivées à leur plein développement et que la densité du semis pousse les plantes à l'étiolement) fait que l'abcisse du maximum ne correspond

[1] Je remercie M. A. Lesaux de l'aide qu'il m'a apportée dans cet ingrat travail.

pas à celle de la moyenne, mais cela n'enlève rien à la signification statistique des résultats [1].

De ces mesures on peut conclure que les attaques de Mort-Lin entraînent une diminution de 14 p. 100 sur le diamètre des tiges.

c. *Longueur des tiges.* — La longueur des tiges a été mesurée depuis le collet jusqu'au niveau de la première ramification. Le tableau 4 donne les résultats obtenus :

Tableau IV.

LONGUEUR EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCE des TIGES SAINES.	FRÉQUENCE des TIGES ATTAQUÉES.
36	0	1
44	3	0
46	0	1
48	1	1
50	2	6
52	4	2
54	3	1
56	7	4
58	6	6
60	4	4
62	8	3
64	12	11
66	3	4
68	4	8
70	15	7
72	14	11
74	14	20
76	17	17
78	34	19
80	30	26
82	48	20
84	32	18
86	38	23
88	36	18
90	26	17
92	22	1
94	12	5
96	3	1
Total	400	260
Moyennes	79,5	76,4
Différence	3,1	
Analyse statistique : t — Calculé	= 3,8	
t — des Tables	= 3,29	
p	= 0,001	

Il existe donc une différence de 3 centimètres entre les longueurs moyennes des deux populations et cette différence est statistiquement significative.

Nous donnons (fig. 2) les histogrammes des deux populations. Notons occasionnellement que l'examen de ces diagrammes montre que la dissymétrie de la répartition est ici

[1] En effet, chacun de nos deux échantillons ont été tirés d'une fraction homogène d'une population qui est distribuée normalement puisqu'elle représente une lignée pure Lin poussant dans des conditions ordinaires.

L'analyse statistique employée s'applique aux échantillons tirés de populations normalement distribuées et ne fait aucune hypothèse sur la distribution des échantillons eux-mêmes qui peuvent s'écarter légèrement de la distribution normale.

inverse de celle des diagrammes de la figure 1. Ceci indique qu'il existe une corrélation négative entre le diamètre et la longueur des tiges de la variété Stormont Gossamer dans les conditions de culture de l'essai comparatif envisagé.

On peut conclure de ces mesures que la réduction de longueur est de 4 p. 100 environ.

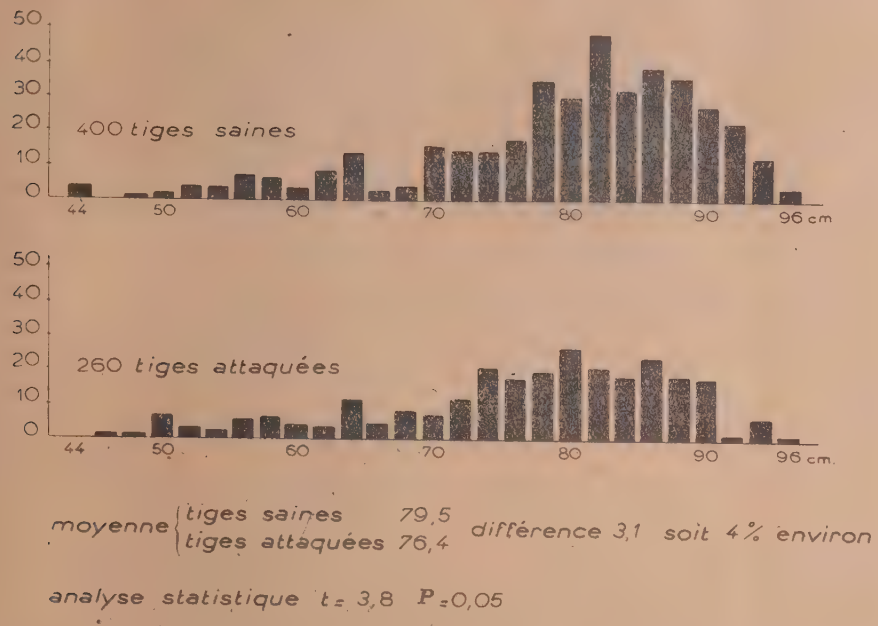


Fig. 2. – Longueur des tiges de Stormont Gossamer dans une parcelle attaquée par l'*Ascochyta linicola*.

d. *Teneur en fibre.* — La teneur en fibre d'une tige de Lin peut être évaluée par le rapport de la surface totale des fibres à la surface totale de la tige dans une section droite. Les mesures faites au niveau du tiers supérieur de la plante sont les plus significatives.

Nous avons mesuré le rapport :

$$s = 100 \frac{\text{surface fibre}}{\text{surface totale}}$$

au niveau du tiers supérieur.

Technique : Les tiges ont été coupées à main levée au rasoir histologique; les coupés ont été traitées par la méthode de double coloration au carmin-vert d'iode. On a ensuite exécuté un dessin schématique au microscope avec un grandissement linéaire de 20 environ. On a mesuré les surfaces sur les dessins ainsi obtenus.

Pour simplifier ce travail de planimétrie, on a assimilé la couronne de faisceaux de fibres péricycliques à une couronne circulaire de diamètres $d1$ et $d2$. La surface totale a été assimilée à celle d'un cercle de diamètre D. *Le rapport s* est alors égal à :

$$100 \times \frac{(d1)^2 - (d2)^2}{(D2)^2}.$$

On a pris pour valeurs de $d1, d2, D$; la moyenne de quatre mesures exécutées sur les dessins selon quatre directions faisant entre elles des angles de 45°. Le calcul d'erreur montre que dans ces conditions la valeur de s est approchée à une unité près.

Cette méthode rapide a été comparée à la méthode de détermination des surfaces au papier millimétrique. La comparaison a donné les résultats suivants : valeur de *s* calculée par :

	TIGE SAINE.	TIGE MALADE.
1er méthode des diamètres	13,7	8,2
2e méthode au papier millimétrique	14,5 (fig. 3)	8,3 (fig. 4)

On voit que pour une mesure précise à une unité près et surtout dans un travail où l'on ne fait que des mesures comparatives, la méthode des diamètres est très suffisante.

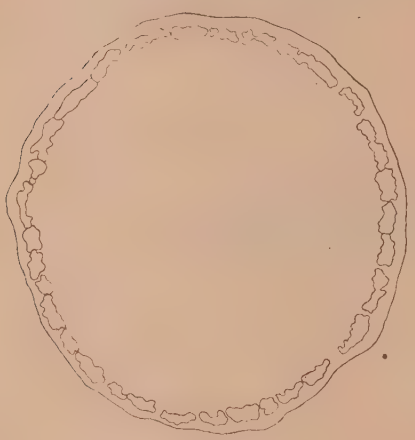


FIG. 4. — Tige attaquée de 1,1 mm de diamètre.

Rapport : $\frac{\text{Surface des fibres}}{\text{surface totale}} = 0{,}082.$

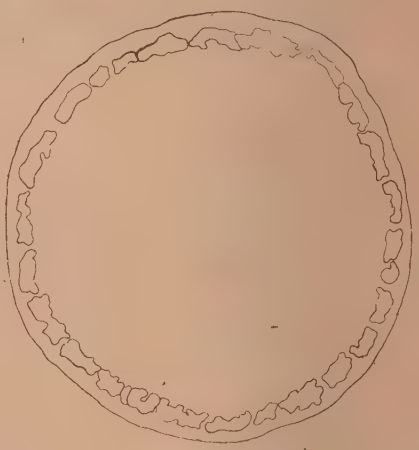


FIG. 3. — Tige saine de 1,1 mm de diamètre.

Rapport : $\frac{\text{Surface des fibres}}{\text{surface totale}} = 0{,}145.$

Résultats. — Les résultats sont donnés au tableau V.

TABLEAU V.

Valeur de « s » $= 100 \times \frac{\text{surface fibre.}}{\text{surface totale.}}$

DIAMÈTRE EN 1/10 DE MILLIMÈTRES.	TIGE SAINE.		TIGE MALADE.		MOYENNES.	
	1	2	1	2	TIGE SAINE.	TIGE MALADE.
9	13	18	6	4	16	5
11	18	13	8	9	15	9
13	14	14	6	10	14	8
15	13	16	9	9	14	9
17	14	12	5	6	13	6
19	14	11	9	9	13	9
21	15	14	14	10	14	12
23	16	13	–	–	14	–
25	13	13	–	–	13	–

Moyennes générales : tiges saines : 14,1 + 1.
tiges attaquées : 8,1 + 1.

Plus faible différence : 4.

Analyse statistique : plus faible valeur de t : { calculé . . = 4. ; des tables = 3,963. } P = 0,001.

On voit donc qu'il existe une différence hautement significative entre les teneurs en fibre des deux tiges.

La perte de fibre due à la maladie est d'environ : 40 p. 100 sur « *s* ».

c. *Poids des tiges.* — Les pesées de 250 tiges saines et 250 tiges attaquées ont donné les résultats suivants :

Tiges saines (116,2 gr.), en p. 100 : 100;
Tiges attaquées (81,7 gr.), en p. 100 : 70 environ.
La perte de poids est d'environ 30 p. 100.

Cette perte de poids s'explique par le fait que les tiges attaquées contiennent plus de bois et moins de fibre les tiges saines, la fibre étant beaucoup plus dense que le bois.

La différence de constitution des tiges malades explique aussi leur grande fragilité.

* * *

En possession de ces éléments, on peut juger qu'elle a été l'incidence de la maladie sur le rendement en fibre des parcelles attaquées.

Récapitulons les pertes dues à l'action de la maladie sur les divers éléments du rendement en fibre :

	PERTES.
Longueur des tiges	4 p. 100.
Diamètre des tiges	14 —
Teneur en fibre	40 —
Poids des tiges	30 —

Pour calculer approximativement la perte de fibre dans les parcelles de l'essai dont 20 p. 100 des tiges étaient attaquées, nous imaginerons une parcelle saine idéale dans laquelle aucune tige n'aurait subi les attaques du champignon, Une telle parcelle est très difficile à obtenir dans un essai comparatif à cause de la rapidité d'extension de la maladie.

La perte de fibre pourrait être évaluée par le calcul si l'on savait exactement le poids récolté dans cette parcelle. Devant cette impossibilité on peut supposer que la parcelle non attaquée aurait le même nombre de tiges que la parcelle saine, cette hypothèse est de nature à sous-estimer la perte totale de rendement; en effet, il est à peu près certain qu'une parcelle attaquée aurait moins de tiges qu'une parcelle entièrement saine. De cette façon, on obtient un minimum pour l'évaluation de la perte de fibre.

La connaissance des éléments du rendement précédemment étudiés nous permet d'évaluer ce minimum, par le calcul, à 12 p. 100 environ.

La perte de rendement constatée par la Station centrale d'Amélioration des Plantes ne peut être entièrement imputée à l'action de la maladie. En effet, il semble bien que des causes climatiques et agronomiques diverses aient joué un grand rôle qu'on ne peut apprécier aujourd'hui puisque la variété n'avait jamais été mise en essai comparatif à Versailles.

Il est raisonnable d'admettre que la maladie entre pour moitié dans la perte de rendement constatée et estimée à 10 .p 100.

Modifications histologiques des faisceaux de fibres des tiges attaquées.

En 1921, Pethybridge signalait que les fibres des Lins attaquées par le *Polyspora Lini* subissaient, au niveau des lésions de la tige, une lignification intéressant les lamelles moyennes. Cette lignification avait pour effet de rendre la tige fragile, ce qui explique la rupture fréquente qui lui a valu le nom de «Stem break».

Nous avons recherché s'il y avait des différences histochimiques dans la constitution des faisceaux de fibres des Lins sains et malades.

Technique. — Deux tiges saines et deux tiges de même diamètre attaquées par l'*Ascochyta Linicola* ont été coupées en segments de 8 centimètres de longueur que l'on a mis à tremper dans l'alcool à 70°, de façon à faciliter l'exécution des coupes.

Des coupes ont été exécutées à main levée au rasoir histologique aux niveaux suivants : 8 centimètres au-dessus du collet, 16 centimètres, 24 centimètres, 32 centimètres, 40 centimètres, 48 centimètres.

Les coupes ont été colorées par différentes techniques : double coloration au carmin-vert d'iode, bleu de méthylène-rouge de ruthenium; coloration au chloro-iodure de zinc; coloration à la phloroglucine chlorhydrique. Les coupes ont été examinées au microscope au grossissement de 300 diamètres environ.

Résultats obtenus. - La meilleure technique pour mettre en évidence la lignification des lamelles moyennes des fibres est incontestablement la coloration à la phoroglucine chlorhydrique : on laisse les coupes 12 à 15 minutes dans une solution alcoolique de phloroglucine à 2 p. 100. On monte ensuite les coupes dans l'acide chlorhydrique demi-normal. La coloration rouge de la lignine est très pure et très sélective, elle se conserve bien pendant plus d'une semaine.

La différence entre les tiges saines et les tiges attaquées est extrêmement marquée à tous les niveaux, les tiges attaquées nous ont montré une lignification extrêmement intense des lamelles moyennes intéressant tout le faisceau de fibres. Cette lignification est tout à fait exceptionnelle dans les tiges saines où elle n'atteignait que deux ou trois fibres d'un faisceau dans la seule coupe où nous l'avons décelée.

Il est assez probable que d'autres modifications chimiques ont lieu dans les fibres des tiges attaquées : en effet, la coloration au chloro-iodure de zinc donne à ces dernières une teinte bleu-violet plus foncée que le bleu pur obtenu avec les fibres des tiges saines.

Il est vraisemblable que la cellulose subit des transformations chimiques sous l'action de la maladie. Les résultats des autres colorations ne nous portent pas à envisager que la lignification s'étendrait aux fibres elles-mêmes.

La lignification des lamelles moyennes est de nature à nuire gravement à la qualité textile des fibres : son effet est de rendre les faisceaux cassants par manque d'élasticité. Il s'ensuit que, selon toute vraisemblance, les tiges attaquées donnent au teillage plus d'étoupe et moins de filasse ou une filasse rude et sans souplesse.

Il semble, d'autre part, que les fibres à grande lumière centrale apparaissent dans les tiges attaquées à des niveaux inférieurs à ceux où elles apparaissent dans les tiges saines. Normalement; ces fibres, qui sont parmi les plus courtes, sont localisées dans le haut de la tige près des ramifications.

Il semble donc que la proportion de fibres courtes soit plus forte dans les tiges malades.

Ceci est de nature à abaisser encore le rendement en filasse au profit du rendement en étoupe.

Conclusions.

L'étude du pourcentage de tiges atteintes par l'*Ascochyta linicola*, la mesure comparative du diamètre, de la longueur, de la teneur en fibres des tiges saines et attaquées d'une population de Lin de la variété Stormont Gossamer cultivée à Versailles en 1946, nous a montré :

1° Que la perte de rendement en paille constatée par la Station centrale d'Amélioration des Plantes est due en grande partie à l'action de la maladie ;

2° Que la perte de fibre due à la maladie devait être évaluée au minimum à 12 p. 100.

Nous ferons remarquer que le chiffre de 12 p. 100 est un minimum, car, à côté des tiges visiblement atteintes par l'*Ascochyta*, il en existe certaines atteintes à un plus faible degré et qui ont été classées par nous, pour cette raison, parmi les tiges saines puisque nous avions pris pour critère de la maladie la présence de pycnides du champignon. Il s'ensuit que pour chacune des valeurs des pertes calculées, nous avons donné un chiffre minimum.

De même, nous avons fait remarquer que la perte de fibre a été calculée par rapport à une parcelle qui aurait le même nombre de tiges que la parcelle attaquée, ce qui correspond à des conditions idéales qui n'ont que peu de chances de se réaliser, on sous-estime donc la perte de rendement.

Nous ferons remarquer que l'effet de l'*Ascochyta* est surtout sensible sur la teneur en fibre des plantes, celle-ci étant appréciée par le rapport des surfaces des faisceaux de fibres d'une coupe perpendiculaire à l'axe de la plante. La répercussion de la maladie sur les autres éléments du rendement est beaucoup plus faible. De plus, l'étude histochimique des fibres montre que la maladie produit une lignification des lamelles moyennes qui a pour conséquence de rendre les faisceaux cassants et d'accroître la proportion d'étoupe par rapport à celle de filasse.

Résumé.

1° La variété *Stormont Gossamer* a montré, en 1946, un rendement en paille anormalement bas. La perte de rendement, que l'on peut évaluer au moins à 10 p. 100, est due, en partie, au fait que les parcelles de l'essai comparatif étaient fortement attaquées par l'*Ascochyta linicola*.

2° Le pourcentage de tiges visiblement atteintes par le parasite s'élève à 20 p. 100.

3° La diminution de longueur des tiges atteintes est de 4 p. 100.

4° La diminution de diamètre des tiges atteintes est de 14 p. 100.

5° La diminution du rapport : $100 \times \frac{\text{surface fibres}}{\text{surface totale}}$ est de 40 p. 100.

6° La diminution du poids des tiges est de 30 p. 100.

7° Ces différences sont toutes statistiquement significatives et le calcul montre que la perte de fibre, à laquelle on peut s'attendre par rapport à une parcelle idéale où aucune tige ne serait attaquée, est de 12 p. 100 au minimum.

8° La perte quantitative de fibre est accompagnée par une perte de qualité. Les tiges malades donnent, vraisemblablement, au teillage, plus d'étoupe et moins de filasse.

(*Reçu en février 1948.*)

DOCUMENTATION.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

MAGROU (J.). — **Les maladies des Végétaux,** 1 vol., 374 p., 132 fig., Expansion scientifique française, Paris, 1948.

Très bien présenté, très clair, très bien documenté et d'une lecture agréable, ce livre est l'œuvre d'un de nos biologistes les plus connus. Il reflète un esprit très particulier qui en fait d'ailleurs tout le prix. Il montre clairement que la Pathologie végétale, lorsqu'on la considère sous son aspect purement spéculatif, constitue l'un des plus beaux chapitres de la Biologie générale, dont l'enseignement, tel qu'il est donné en France, est beaucoup trop exclusivement consacré à l'étude du monde animal. Que le biologiste non spécialisé en Pathologie végétale lise attentivement l'ouvrage de M. MAGROU. Il y verra tout ce que cette science apporte à la connaissance du parasitisme. Entreprenant son œuvre dans cet esprit, M. MAGROU a même élargi le cadre habituel des ouvrages similaires en faisant leur place aux zoocécidies, qu'il est fort instructif de comparer aux réactions produites par des parasites végétaux et au phénomène de symbiose (symbiose des végétaux supérieurs avec des Bactéries et Actinomycètes, Lichens, Mycorhizes). Il reprend, à propos des mycorhizes, des idées qui lui sont chères relativement à la tubérisation des Pommes de terre. Sur ce point discuté l'approbation ne sera pas unanime.

Les mycoses sont groupées, suivant un plan fort original, d'après le type de réaction qu'elles suscitent chez la plante. L'auteur étudie d'abord les maladies locales : Mildious, affections maculeuses diverses, Rouilles, Oïdiums, Ergot du Seigle. Il envisage ensuite les maladies hyperplasiques, maladie verruqueuse de la Pomme de terre, tumeurs à *Urophlyctis* de la Luzerne et de la Betterave, Hernie du Chou, Gale poudreuse de la Pomme de terre, maladies hyperplasiques dues à des Exoascales. Enfin les maladies générales, beaucoup plus rares, sont envisagées. Ce sont essentiellement les « flétrissures » (le terme flétrissement n'est-il pas plus correct ?) provoquées par les champignons qui se développent dans les vaisseaux. Elles sont connues sous le nom de Trachéomycoses. Les chancres sont placés dans ce chapitre malgré leur caractère local en raison de leurs relations avec les nécroses généralisées progressives. Il nous paraît regrettable qu'il n'ait pas été fait mention, à propos des mycoses, de la maladie du plomb des arbres fruitiers. Cet exemple d'une attaque localisée du parasite produisant des effets à très grande distance, grâce à la secrétion de toxines, eût mérité d'être au moins cité, et rapproché de certaines affections de l'homme telles que la Diphtérie. Quoi qu'il en soit, cette partie de l'ouvrage est fort intéressante. Son intérêt n'atteint pas cependant celui du chapitre consacré aux maladies bactériennes. L'auteur est en effet le savant français qui connaît le mieux celles-ci à l'heure actuelle. Le plan est le même que dans le chapitre consacré aux mycoses, mais ici le groupement des maladies d'après la réaction de l'hôte n'est pas une nouveauté.

Quelques pages sont consacrées aux affections provoquées par des Flagellés. C'est là une idée fort heureuse étant donné l'orientation de l'ouvrage.

Le chapitre consacré aux maladies à virus est un condensé remarquable des principales notions relatives à ces affections. Il est au courant des données les plus récentes et heureusement illus-

tré de quelques beaux clichés empruntés à Stanley et à Bawden : ces clichés nous montrent des photographies de particules du virus de la Mosaïque du Tabac obtenues à l'aide du microscope électronique et divers types de cristaux de virus purifiés. Il nous paraît regrettable que cet exposé synthétique, fort remarquable répétons-le, n'ait pas été suivi de l'étude monographique de quelques maladies importantes.

Enfin, après l'étude de la symbiose et des zoocécidies, l'auteur envisage avec autorité le problème de l'immunité. La question de l'immunité naturelle aurait gagné à être développée davantage, il n'est pas fait état des notions si importantes de résistance passive et active. La résistance à l'attaque, à la pénétration et à l'expansion auraient gagné à être définies depuis que GAUMANN en a posé les termes d'une façon si magistrale. Mais nous parlons peut-être un peu trop en agronome pour qui le problème de la résistance variétale et donc de l'immunité naturelle, est l'un des plus importants qui soient.

L'auteur est médecin et on le sent attiré par le problème de l'immunité acquise auquel le conduit la recherche des analogies entre les deux règnes. Dans cet esprit, il est d'ailleurs amené à insister sur quelques cas où ces analogies paraissent bien réelles, mais sans donner peut-être assez l'impression qu'il s'agit là d'exceptions, fort intéressantes d'ailleurs, et que, presque toujours, la recherche d'anticorps a échoué chez les plantes. Et puis à côté des analogies, il y a entre les deux règnes des différences non moins frappantes dues à la constitution anatomique si particulière de la plante et notamment à l'absence, chez celle-ci, d'un appareil circulatoire comparable à celui des animaux.

Ce livre n'est ni d'un mycologue pur, ni d'un agronome. C'est ce qui fait son originalité et son intérêt. Il complète les ouvrages des uns et des autres. Pour tout biologiste désireux de s'initier aux problèmes biologiques soulevés par l'étude de la Pathologie végétale, il constitue un ouvrage de choix qui fait honneur à la Science française. Sa présentation matérielle est parfaite et l'éditeur a droit, lui aussi, à des louanges.

Je louerai enfin les bibliographies qui terminent chaque chapitre. Elles ont le mérite de ne pas jeter de poudre aux yeux du lecteur par une accumulation de titres trop nombreux. Choisir les travaux fondamentaux est le meilleur moyen de rendre service à ceux qui, sans être spécialistes, veulent approfondir une question particulière en perdant le moins de temps possible. Quant aux spécialistes, ils ont d'autres moyens de se procurer des documents bibliographiques plus complets.

P. L.

GORTER (G. I. M. A.). — **Une nouvelle maladie des Céréales, le rabougrissement du Blé.** (Wheat Stunt, a new cereal disease.) *Fmg S. Afr.*, XXXII-250, p. 29-32-44, 4 fig., 1947.

L'auteur a étudié au Transvaal un rabougrissement du Blé accompagné d'un streak chlorotique sur les feuilles.

Les chaumes restent courts, le tallage est stimulé de sorte que les plantes sont très buissonnantes. Les plantes atteintes sont dispersées dans le champ.

Des essais en serre ont montré que ce rabougrissement du Blé était provoqué par la forme A du virus du streak du Maïs et transmis par *Cicadulinambila.*

Il n'est pas transmis par la graine. On ne l'a rencontré jusqu'à présent que dans les zones où le streak du Maïs est présent.

La maladie atteint particulièrement les Blés semés de bonne heure et irrigués. On conseille aux planteurs de Blé des régions atteintes de ne pas utiliser le Maïs comme céréale d'été.

Il faut détruire les Graminées adventices. Les variétés immunes convenant mal au Transvaal, on recommande de semer très dru les variétés semées plus tôt.

P. L.

BLACK (W.). — **Le Mildiou dans ses rapports avec l'amélioration de la Pomme de terre.** (Blight in relation to Potato breeding.) *Ann. Appl. Biol.*, XXXIV-4, p. 631-633, 1947.

L'A. a étudié des hybrides de Pommes de terre cultivée et *Solanum demissum* résistant au Mildiou. Son étude a porté sur la résistance aux biotypes A, B et C.

La résistance est un caractère dominant engendré par les gènes Ra (immunité vis-à-vis de A),

Rb (immunité vis-à-vis de A et B), Rc (immunité vis-à-vis de A et C), Rbc (immunité vis-à-vis de A, B et C).

Ses études confirment les vues relatives à la plasticité du *Phytophthora infestans*. Au sein d'un même biotype la virulence peut augmenter ou diminuer par passages successifs : observation d'un type D qui paraît correspondre à une atténuation du biotype C et apparition de la sensibilité au biotype B, après quelques passages, chez certaines variétés primitivement immunes à ce biotype mais dont la résistance était probablement faible et voisine du seuil.

P. L.

HUTTON (E. M.). — **Relation entre la formation de nécroses et la résistance au virus X chez la Pomme de terre. 3. Interrelations avec 1 evirus C.** (The relationship betwen necrosis and resistance to virus X in the Potato. 3. Interrelations with virus C.) *J. of the Council f. Sc. and Ind. Research*, vol. 19-1, vol. 3, 1946.

L'auteur a décrit en 1946 la production, par hybridation entre variétés sélectionnées, de plantes présentant une résistance pratique (field resistance : résistance au champ) contre le virus X.

L'inoculation mécanique des hybrides provoque une nécrose localisée, léthale, ou du sommet. Le mode de transmission du caractère n'est pas clair.

Ce mémoire est destiné à éclaircir les bases génétiques de la résistance et à définir de façon plus précise les réactions des divers hybrides aux inoculations mécaniques. Les inoculations doivent être faites en été. En hiver les réactions au virus X restent locales chez beaucoup de clones sensibles.

L'auteur analyse le mode de transmission. Il envisage l'action d'un gêne produisant en condition quadriplex une réaction en forme de mosaïque légère aux virus C et X, en condition simplex des lésions locales sous l'effet du virus C et une nécrose mortelle sous l'action du virus X, enfin en condition nulliplex, des lésions locales sous l'effet de C et de X.

Dans les croisements, l'hypersensibilité au virus C apparaît souvent dans la descendance de parents tolérants ainsi que cela avait été montré antérieurement pour le virus X.

Les pourcentages de plantes réagissant par des lésions locales varient, dans les croisements étudiés, entre 21,1 et 34,5 p. 100, dans le cas du virus X.

P. L.

MANNS (T. F.). — **Qu'est-ce que la « net necrosis » de la Pomme de terre?** (What is « net necrosis » of Potato?) *Res. in Phytopath.*, XXXVI, 8, p. 686-687, 1946.

Selon l'auteur, la « net necrosis » ne serait pas en relation avec l'enroulement, mais serait due à l'action de piqûres de cicadelles. Les plantes traitées au D.D.T. ne présentent pas de net necrosis.

De plus, sur les plantes non traitées, les tubercules atteints de net necrosis ne donneraient pas naissance à des plantes enroulées.

P. L.

KLINKENBERG (H. Caroline). — **Études anatomiques sur la maladie de la Jaunisse de la Betterave en comparaison avec d'autres maladies de cette plante.** (Anatomisch onderzoek van de vergelingszickte van Bicton, vergeleken mit enkele andere Bictenziekten.) *Medod. Inst. Suikerprod. Bergen*, o. z. 2, p. 33-65, 26 fig., 1946.

La gommose du liber, constamment associée à la maladie, n'apparaît qu'une fois que le flot de glucides est arrêté et doit être regardée comme un effet secondaire de l'état pathologique du liber.

L'excès de glucides est la cause de jaunissement et de l'épaississement de texture de la feuille.

Cette nécrose est comparée avec d'autres types de nécrose en relation avec des maladies différentes.

P. L.

POUND (G. S.). — **La Mosaïque de la Betterave dans les régions du Nord de la côte du Pacifique.** (Beet mosaic in the Pacific North-West.) *J. of Agric. reseach*, vol. 75, n° 1, p. 31-41, 1947.

La mosaïque de la Betterave, très répandue dans les régions du N. W. américain, serait due à un virus différent du virus européen. Les plantes susceptibles d'être infectées par ce virus sont beaucoup moins nombreuses que celles qui sont sensibles au virus européen. Les propriétés physiques des deux virus sont différentes. Les insectes vecteurs de la maladie sont le Puceron noir des Fèves et le Puceron vert du Pêcher. Il semble que le virus étudié ici soit le même que celui décrit par d'autres auteurs en Californie et dans l'Idaho, Bibl. J. Marof.

J. MARC.

COONS (G. H.), STEWART (D.) et GASKILL (J. O.). — **Une nouvelle variété de Betterave résistante au Cercospora.** (A new leaf spot resistant beet variety.) *Sugar*, vol. 36, n° 7, 1941.

La variété *US 215* x *US 216* présente à la fois une résistance au Cercospora plus grande et un rendement meilleur que les variétés commerciales européennes. Elle est destinée à supplanter la variété *US 200* x *US 215* moins productive. Des essais effectués d'abord dans les Montagnes Rocheuses ont été étendus à diverses régions des U. S. A. Les porte-graines qui produisent la graine commerciale proviennent de graines des lignées *US 215* et *US 216* semées en égales proportions. La « variété » est donc constituée par un mélange de F1 et de lignées pures.

J. MARC.

BOOIJ (H.), DE BRUYN OUHOTER (M.), CREMER (M.) et VAN SLOGTEREN (E.). — **Rapport sur des recherches sérologiques concernant la Jaunisse de la Betterave sucrière. 1942-1943.** (Verslag van het Serologische Onderzoek betreffende de vergelingsziekte der Suikerbieten. 1942-1943.) *Mededeelingen van hot Instr. voor rationeele Suikerproductie*, vol. 14-1, n° 1, 1944. (Résumé en anglais.)

Dans certains cas, on a pu préparer des immuni-sérums susceptibles de précipiter sous l'action de jus de Betteraves atteintes de Jaunisse. Des extraits de feuilles présentant les symptômes de la Jaunisse provoquèrent la floculation du sérum. Avec des extraits de feuilles ne présentant pas de symptômes apparents, on a observé la floculation ou la non-floculation selon que les feuilles provenaient de champs atteints de Jaunisse ou de Betteraves saines. Mais à la fin de la saison, les résultats des expériences sont beaucoup moins nets : la floculation est toujours faible et elle se produit chez des plantes apparemment saines. Ceci est sans doute dû à la diminution de la teneur en virus de la plante.

J. MARC.

DONCASTER (J. P.) et KASSANIS (B.). — **Le Puceron de l'Echalotte, *Myzus ascalonicus* Doncaster et son comportement comme vecteur de virus.** (The shallot aphis, *Myzus ascalonicus* Doncaster and its behaviour as a vector of plant. viruses.) *Ann. appl. Biol.*, t. 33, n° 1, p. 66-68, 1946.

Les aa. décrivent une nouvelle espèce de Puceron, le *Myzus ascalonicus* et le comparent au *M. persicae* dont il se rapproche à un examen superficiel. On le trouve surtout sur les Échalottes et les Oignons, tant sur les plantes en croissance que sur les bulbes pendant la période de conservation.

Il a été trouvé aussi sur d'autres plantes (*Kentranthus ruber, Arabis* sp. *Geranium sanguineum, Campanula, Crepis biennis, Taraxacum officinale, Polygonum persicaria, Stellaria media*).

Il transmet le virus de la Mosaïque jaune du Pissenlit, qui n'est pas transmis par *Mysus persicae*, le virus du Concombre, le virus III de la Jusquiame, le virus de la Jaunisse de la Betterave qui sont tous transmis par le *Myzus persicae*. Le *Myzus ascalonicus* ne transmet pas le

le virus Y de la Pomme de terre, le virus etch grave, le virus de la Mosaïque de la Laitue, ni le virus de la Mosaïque de la Betterave à sucre, qui sont transmis par le *Myzus persicae*.

P. L.

Goidanich (G.). — **Dépérissement des Pêchers dans le Nord de l'Italie avec nécrose du liber et dégénérescence du Cambium.** (Peach-tree decay in North Italy with Phloem Necrosis and degeneration of the Cambium.) *Int. Bull. Pl. Prot.*, XX-5-6, p. 33 M-38 M., 3 fig., 1946.

Depuis sept ou huit ans, les Pêchers croissant dans les provinces d'Udine et de Trieste ont présenté une maladie déterminant souvent un haut pourcentage de mortalité.

Les feuilles pâlissent et présentent des plages rouges particulièrement sur les bords et le long des nervures. Les bords s'enroulent vers le haut ou vers le bas, souvent avec des ondulations marquées. La végétation est faible et localisée au voisinage du sommet, des rosettes et balai de sorcière se formant au voisinage de l'extrémité de chaque plante.

Au printemps, aucun symptôme externe ne se manifeste à la surface de l'écorce, mais plus tard des déchirures et des dépressions apparaissent et sont accompagnées d'une exsudation de gomme.

A un stade avancé, les grosses branches se flétrissent brusquement et le feuillage entier peut être atteint avant le début de l'été. Sur une coupe, la partie moyenne su liber présente une couleur rouille et tourne ensuite au brun. Cette modification de couleur s'étend et, aux stades avancés, le liber est atteint dans toute son épaisseur. Elle peut même passer dans le bois. Elle est invisible sur les branches d'un an, mais s'arrête, dans le tronc, au niveau de la greffe.

Le cambium et le liber présentent de graves lésions. Ce dernier montre un écrasement des membranes, suivi d'oblitération de la lumière interne des cellules; ultérieurement, la gommose s'établit.

Aucun organisme n'a été isolé et les symptômes ne sont visiblement pas dus au froid. La maladie ressemble à la Leptonécrose non parasitaire des arbres fruitiers et à des désordres non parasitaires variés trouvés dans diverses parties de l'Europe, y compris la Rosette du Pêcher due à des troubles de nutrition et le flétrissement de l'Olivier observé en Italie et en Espagne.

P. L.

Frezal (P.). — **Le court-noué de la Vigne.** *Bull. Soc. des A. d'Algérie*, n° 518, 15 p., 1946.

L'auteur résume les principaux caractères du court-noué et donne un bref aperçu des principales opinions émises relativement à l'étiologie de cette maladie. Il adhère à l'opinion de Branas qui l'attribue à un virus en raison des importantes présomptions qui militent en faveur de cette hypothèse.

Il envisage ensuite la menace du court-noué en Algérie. L'affection est commune dans ce pays, mais le « stade tertiaire », dommageable à la récolte, s'y montre rare. Une aggravation est à craindre.

C'est pourquoi l'auteur préconise l'application en Algérie d'un contrôle des pieds mère, des greffons et des pépinières analogue à celui qui existe dans la métropole. Il penche néanmoins vers l'application d'un système moins rigide, au moins dans sa phase de départ.

P. L.

Prentice (I. W.), King (M. E.) et Harris (R. V.). — **Expériences sur la dégénérescence du Fraisier Huxley.** (Experiments on virus degeneration of Huxley Strawberrys.) *J. Pom.*, XXII, 1-2, p. 111-116, 1 pl., 1946.

La variété Huxley présente une dégénérescence qui ressemble au « yellow edge » mais est provoquée par un autre virus.

La variété Huxley est porteuse saine de yellow edge. Les Huxley dégénérés greffés sur Royal Sovereign leur communiquent le yellow edge, mais les Huxley d'aspect sain en font autant. La maladie ne paraît pas due non plus au virus du « mildcrinkle ».

P. L.

PIRIE (N. W.). — **Les Virus.** (The viruses.) *Ann. Rev. Biochem.*, XV, p. 573-592, 1946.

Dans l'état actuel de nos connaissances aucune distinction chimique des virus et des composés normaux de la matière vivante ne peut être réalisée. On peut reconnaître les virus uniquement par leur faculté de provoquer des modifications physiologiques de l'hôte et non d'après leurs propriétés intrinsèques. Il est intéressant de noter qu'on ne connaît pas de virus chez les Gymnospermes, les Ptéridophytes et les Briophytes.

Les différences observées entre les virus des animaux et des plantes peuvent fort bien ne pas refléter une structure fondamentale distincte, de nombreux éléments différents entrant en jeu dans l'un et l'autre cas. Des études parallèles sur les virus attaquant les animaux, les Bactéries et les plantes seraient fort utiles.

Tous les systèmes de classification proposés se heurtent à notre connaissance imparfaite des attributs morphologiques, chimiques et physiques des virus.

L'auteur étudie en outre le virus de la Mosaïque du Tabac, d'autres virus des plantes, l'association entre le virus et l'hôte et les méthodes générales de recherche.

P. L.

PRENTICE (I. W.). — **Analyse et synthèse de complexes de virus causant le Yellowedge du Fraisier.** (Resolution and synthesis of virus complexes causing Strawberry yellow-edge.) *Nature*, London, CLVIII, n° 4001, p. 24-25, 1946.

Des pucerons sont nourris dix jours sur des *Royal Sovereign* infectées par le « yellow edge », transférés 24 heures sur des *F. vesca* sains et de nouveau sur d'autres *F. vesca* sains 24 heures plus tard. On observe sur le deuxième lot de *F. vesca* des taches jaunes et un relèvement en coupe des bords des folioles. Ce virus qui persiste ainsi plusieurs jours chez l'insecte, provoque par retour sur *Royal Sovereign* un « yellow edge » pur accentué. On l'a appelé provisoirement le « mild yellow edge virus ». Le greffage d'une *Royal Sovereign* atteinte de « mild crinkle » avec une *R. Sovereign* atteinte de « mild yellow edge » provoque sur les deux plantes une forme grave de « yellow edge ». Le « yellow edge » serait donc une maladie complexe. L'auteur a également isolé un virus persistant, probablement identique à celui-ci, de plantes atteintes de « severe crinkle ».

La combinaison de ce virus avec le « mild yellow edge » produit également un « severe yellow edge ».

On a donc pu faire la synthèse de deux types de yellow edge par combinaison du virus du « mild yellow edge » avec le virus du « mild crinkle » ou celui du « severe crinkle ».

P. L.

VAN SCLOTEREN (E.) et DE BRUYN-OUBOTER (M. P.). — **Études sur les maladies à virus des fleurs à bulbe. I. Narcisse I.** (Onder Zoekingen over virus-zikten in bloembel gewassen. I. Narcissen I.) *Meded. Land b. Hoogesch-Wageningen*, XIV-3, 32 p., 31 fig., 4 vol., 1 diag., 1941.

Conclusions d'une étude de quatre ans de certains problèmes posés par la mosaïque du Narcisse chez le *Narcissus pseudonarcissus* et d'autres espèces en Hollande.

Les inoculations par le jus réussissent au début de la saison en mars et avril, elles réussissent mal plus tardivement. Cela doit correspondre au stade de croissance de l'hôte. Par contre, l'état de maturité de la plante source *d'inoculum* ne paraît pas intervenir. La quantité de matériel infectieux utilisé influe aussi d'une façon importante.

MC WHORTER incline à penser que l'infection se répand par contact de racines, mais les essais de l'auteur ne confirment pas cette idée. Par contre, le fait que les plantes poussées à l'abri des insectes restent saines alors que celles qui sont exposées à ce danger dans le champ contractent de graves infections, paraît indiquer qu'un puceron agit pour transmettre la maladie. La preuve a déjà été obtenue de l'action d'*Aulacorthum* (*Macrosiphum*) *Solani* et à un moindre degré de *Doralis* (*Aphis*) *Fabae* et *M. euphorbiæ* (*M. Solanifolii*).

Des essais ont été effectués en vue de déterminer l'influence de la proximité de plantes malades sur le développement de la mosaïque sur les plantes saines.

D'après les résultats de nombreux croisements intervariétaux, il est évident qu'un seul virus

doit être responsable de nombreuses manifestations pathologiques. Les réactions sérologiques confirment ce point de vue.

Des symptômes complexes variés, probablement d'origine virologique, mais dont la transmission par inoculation n'a pas encore été réalisée avec succès, sont décrits et figurés.

La lutte se fait par épuration sanitaire.

P. L.

Van Sgloteren (E.), de Bruyn-Ouboter (M. P.). — **Études sur les maladies à virus des fleurs à bulbe. II. Tulipe I.** (Onder Zoekingen over virus-ziekten in bloembelgewassen II. Tulpen I.) *Meded. Land b. Hoogesch-Wageningen*, XIV-4, 54 p., 62 fig., 1941.

L'auteur note que, depuis 1637, les planteurs hollandais savaient transmettre le breaking aux plantes saines par la greffe. Les principaux vecteurs sont en Hollande *Myzus persicae*, *Macrosiphum*.

Les auteurs ont obtenu un progrès important dans l'étude de la maladie en accélérant l'apparition des symptômes par une inoculation très précoce réalisée, soit à l'aide de jus infectieux, soit avec les pucerons lorsque la pousse ne dépasse pas 5 centimètres. De plus, comme dans le cas de la mosaïque du Narcisse, la diagnose est réalisable en un jour par la méthode sérologique.

Pour étudier l'influence du milieu sur le développement de la maladie, l'auteur a fait planter des oignons en 1937 dans des régions variées, notamment le Midi de la France (300 à 200 bulbes par variété pour un total de dix variétés). Au bout de deux ans dans le Midi de la France, une seule variété, Ellen Wilmot, était restée saine, le pourcentage de breaking sur les neuf autres variétés variant de 0,7 p. 100 chez *Amber* à 41,4 p. 100 chez *Pride of Haarlem*. Il est intéressant de noter qu'après la première année, cette variété n'était infectée qu'à 0,35 p. 100, toutes les autres variétés étant indemnes, le virus ne s'est donc répandu que la deuxième année. Par contre, au Canada, les plantes sont restées saines (absence de pucerons ou de source de virus).

La pratique qui consiste à enlever les inflorescences de Tulipe, soit par décapitation, soit en coupant bas sur le pédoncule au voisinage de la floraison, pour lutter contre le *Botritys Tulipae*, peut provoquer une dissémination de la maladie, la deuxième méthode est particulièrement indésirable à ce point de vue (1,2 à 11,8 p. 100 d'infection).

La théorie de Mc Worther sur la nature du breaking est discutée et critiquée comme introduisant des complications supplémentaires dans un domaine déjà complexe. Si la variabilité des symptômes ne peut être interprétée simplement par des différences dans le degré de virulence d'un seul virus et dans la réaction du protoplasme de l'hôte à l'infection, il paraît plus plausible de supposer l'existence de deux souches voisines du même virus, plutôt que deux entités distinctes, le « tulip colour adding » et le virus de la mosaïque latente du Lis. L'hypothèse de Mc Worther concernant l'infection des Tulipes asiatiques au contact de Lis blanc dans les jardins italiens est rejetée comme contraire aux faits.

Les épurations sanitaires doivent avoir lieu avant l'apparition des pucerons, qui a lieu en Hollande au moment de la floraison. Le « dark breaking » est plus aisé à reconnaître que le breaking léger, spécialement sur les variétés foncées qui devront être examinées soigneusement. Les variétés malades telles que Rembrandt peuvent être cultivées sans danger avec des précautions convenables.

P. L.

Takahashi (W. N.) et Rawlin (T. E.). — **Étude au microscope électronique de deux souches de virus X de la Pomme de terre.** (An electron microscope study of two strains of Potato X virus.) *Am. J. Bot.*, XXXIII, 9, p. 740-742, 1 fig., 1 graph., 1946.

Examinées au microscope électronique, la souche dite « Larson's potato virulent ring spot » et la « Potato latent mosaïc virus » n'ont pu être distinguées ni par leur forme, ni par leur taille. La longueur de la plupart des particules s'étage entre 500 à 600 mμ.

Ces particules paraissent flexibles, tandis que celles du virus de la Mosaïque du Tabac sont rigides. Elles se courbent de façons variées. La similitude des deux couches du virus X de la Pomme de terre confirme l'idée que les mutations ne sont généralement pas accompagnées de modifications perceptibles dans l'aspect des particules de virus.

P. L.

BAWDEN (F. C.) et PIRIE (N. W.). — **Séparation et propriétés du virus de la Mosaïque du Tabac à différents états d'agrégation.** (The separation and properties of Tobacco Mosaic virus in different states of aggregation.) *Brit. J. exp. Pathology*, XXVI, p. 294-318, 1945.

Les particules du virus de la Mosaïque du Tabac subissent une agrégation sous l'effet des constituants normaux des jus et d'autres agents. L'auteur décrit une méthode d'extraction qui réduit l'agrégation. Le virus des extraits obtenus est hétérogène et peut être séparé par centrifugation différentielle en fractions de propriétés très différentes. Les fractions sédimentant le plus lentement contiennent davantage de matériel autre que les nucléoprotéines; le virus n'y présente pas d'anisotropie d'écoulement, a un comportement sérologique se rapprochant de celui des antigènes somatiques bactériens et n'a qu'une faible infectiosité. Les fractions à sédimentation rapide contiennent peu de substances étrangères présentant de l'anisotropie d'écoulement et ont un comportement sérologique du type des antigènes flagellaires.

Toutes les fractions sont instables et se transforment rapidement en fractions présentant une forte anisotropie d'écoulement et les propriétés des antigènes flagellaires, changement qui est souvent accompagné de la destruction des substances autres que la nucléoprotéine virus. Les a. suggèrent que les particules primitives du virus sont peu allongées et existent dans la plante hôte en combinaison avec des substances étrangères dont l'élimination libère des groupes libres susceptibles de se combiner entre eux.

Les raisons de la variation d'infectiosité des différentes fractions sont discutées, mais aucune conclusion solide n'est obtenue.

P. L.

BAWDEN (F. C.) et ROBERTS (F. M.). — **L'influence de l'intensité lumineuse sur la sensibilité des plantes vis--vis de certains virus.** (The influence of light intensity on the susceptibility of plants to certain viruses.) *Ann. appl. Biol.*, vol. 34, n° 2, p. 286-296, 1 pl., 1947.

Les auteurs ont observé les effets d'un ombrage interceptant un tiers de la lumière solaire, en été, sur la sensibilité de diverses plantes aux virus de la Nécrose du Tabac, du « Bushy Stunt » de la Tomate, de la Mosaïque du Tabac S. S. et de la Mosaïque aucuba. Dans tous les cas, la sensibilité mesurée par le nombre de lésions locales présenté, après inoculation sur un hôte hypersensible, s'est montrée accrue et la multiplication du virus dans le tissu des hôtes sensibles était plus abondante (jusqu'à quatre fois plus dans le cas du virus du Bushy-stunt).

Ces faits montrent que les conditions ambiantes dans lesquelles croissent les plantes destinées à des recherches sur les virus sont fort importantes. Ils expliquent les résultats meilleurs habituellement obtenus en hiver. Le mode d'action de l'ombrage n'est pas connu.

L'auteur l'estime peut-être dû en partie à une cause mécanique (tissus fragiles) en ce qui concerne la formation de lésions locales plus nombreuses. Par ailleurs, l'ombrage retarde la maturité des tissus; or, celle-ci est accompagnée d'une diminution de sensibilité et du pouvoir de multiplication du virus que l'auteur suppose due à l'accumulation d'un produit de l'assimilation chlorophyllienne.

Plus ce produit serait abondant, plus il faudrait introduire de virus pour le neutraliser et obtenir une inoculation positive.

P. L.

FOSTER (W. R.) et LOTT (T. B.). — **Une maladie à virus : la « petite Cerise ».** (« Little Cherry », a virus disease.) *Sci. Agric.*, XXVIII, p. 1-6, 1 fig., 1947.

La maladie des petites Cerises est apparue en Colombie britannique en 1933 dans un verger situé sur le bras ouest du lac Kootenay et s'est ensuite répandue à des distances de 15 à 45 milles avec 100 p. 100 d'infections dans certains districts.

La maladie, qui se traduit par la petite taille et l'absence de parfum des fruits, est provoquée par un virus. Aucune variété de Cerisier doux éprouvée ne s'est montrée immune ou tolérante.

P. L.

BLACK (L. M.). — **Tumeurs provoquées par des virus chez les plantes.** (Virus tumors in plants.) *Sixth Growth Symposium*, p. 79-84, 2 fig., 1947.

La maladie de tumeur due à l'*Aureogenus Magnivena* est en règle générale une maladie générale, mais parfois elle reste localisée dans une partie de la plante, pendant des mois, généralement dans les racines. L'auteur examine les caractères histologiques des tumeurs.

Les blessures jouent un rôle important pour la plupart des tumeurs. L'âge des tissus blessés paraît généralement un facteur important. Sur 387 piqûres réalisées sur des tiges de *Melilotus alba* infectés, 175 tumeurs se sont développées. Aucune tumeur ne s'est développée sur 505 piqûres de plantes saines. Chez le Trèfle, l'importance des tumeurs varie selon les clones. Les cicadelles *Agalliopsis novella* et *Agallia constricta*, vecteurs du virus, peuvent retenir celui-ci plusieurs jours avant de devenir infectieuses.

P. L.

STUBBS (L. L.). — **Un flétrissement destructeur chez la Fève provoqué par un virus dans la région de Victoria.** (A destructive vascular wilt virus disease of Broad Bean [Vicia Faba L.] in Victoria.) *J. Dep. Agric. Vict.* XI-7, p. 232-332, 7 fig., 1947.

Maladie caractérisée par un fléchissement et une pourriture de racines, primitivement attribuée à un Pythium. En novembre 1943, des Fèves inoculées avec le jus de plantes malades ont présenté les mêmes symptômes, confirmant ainsi l'hypothèse qu'il s'agissait d'une maaldie à virus.

L'auteur décrit les symptômes, note les variétés et espèces sensibles. L'examen des plantes hôtes et des propriétés physiques suggère une relation entre ce virus et celui du *Ring Spot* du Tabac, mais la comparanson directe n'a pas été possible, celui-ci n'existant pas en Australie.

P. L.

BAWDEN (F. C.) et KASSANIS (B.). — **Le comportement de certaines souches de virus Y se rencontrant dans la nature.** (The behaviour of some naturally occurring strains of Potato virus Y.) *Ann. appl. Biol.*, XXXIV-4, p. 503-515, 1947.

Divers auteurs avaient déjà signalé l'existence, chez le virus Y, de souches se distinguant par leur virulence. Les auteurs ont isolé à partir de Pommes de terre des variétés *King-Edward* et *Majestic* présentant des Mosaïques des souches de virus Y se distinguant par la gravité de leurs symptômes sur le Tabac et sur la Pomme de terre. Certaines variétés de Pommes de terre, telles que *Majestic*, réagissaient aux souches virulentes par une bigarrure accompagnée de chute des feuilles et par une une simple Mosaïque avec d'autres souches. La variété *Arran Pilot* ne présentait en aucun cas de bigarrures, mais simplement des Mosaïques ou frisolées d'intensités variables. Les symptômes ont été comparées à ceux du virus C, qui doit être considéré comme une souche du virus Y non transmissible par les Pucerons.

En général, en deuxième année d'infection, toutes ces souches ne provoquent jamais la bigarrure même si celle-ci a été observée en première année. La bigarrure apparaît seulement exceptionnellement en deuxième année sur des pousses qui se sont affranchies du virus au début de leur croissance et sont seulement réinfectées tardivement par le virus en provenance du tubercule. La bigarrure ne se produirait donc qu'à la suite d'une attaque de tissus relativement murs et sur certaines variétés seulement. Les tissus jeunes réagissent par une frisolée ou une mosaïque.

De l'étude de la transmission par les Pucerons, les auteurs concluent qu'il y a peut-être chez les espèces vectrices des races actives et inactives.

Le problème des relations entre le virus C et le virus Y est examiné. Le virus C est commun chez des variétés anciennes répandues dans le monde entier; d'autre part, sa très grande difficulté de propagation, si ce n'est par voie végétative, ne permet guère de le considérer comme un mutant du virus Y. Les auteurs estiment que le virus C serait une forme archaïque probablement transmissible jadis par une espèce de Pucerons dont les races actives auraient été éliminées à la suite d'un effet de sélection naturelle. Le virus Y pourrait en dériver ou avoir avec lui une origine commune. Quelques rares cas de contamination naturelle par le virus C ont été observés.

L'auteur estime que la résistance par hypersensibilité est beaucoup plus difficile à utiliser dans le cas du virus Y que dans celui du virus X. En effet, le virus Y étant transmis à grande distance par les Pucerons, des mutants vis-à-vis desquels il n'y aurait pas hypersensibilité peuvent facilement s'installer. Les auteurs signalent l'intérêt qu'il y aurait à rechercher des variétés à la fois résistantes aux contaminations par les Pucerons et intolérantes. Certaines variétés, en effet, comme *Katadhin*, sont difficiles à contaminer, mais, une fois infectées, réagissent avec violence et ne fournissent en deuxième année d'infection qu'un nombre de tubercules faible ou nul. Ces deux caractères sont très défavorables à l'expansion de la maladie.

Les auteurs signalent que l'effet de la combinaison de X et Y, indiscutable sur le Tabac, a été très exagéré en ce qui concerne la Pomme de terre. Notamment, les plantes porteuses de virus X latent réagissent comme des plantes saines et chez aucune des variétés étudiées la présence de virus X ne provoque de leaf drop treak lorsque le virus Y, agissant seul, n'est pas capable de produire ce symptôme.

P. L.

Bawden (F. C.) et Kassanis (B.): — **Différences variétales de sensibilité des Pommes de terre au virus Y de la Pomme de terre.** (Varietal differences in susceptibility to Potato virus Y.) *Ann. appl. Biol.*, XXXIII-1, p. 46-50, 1946.

Dans les essais des auteurs, les variétés *Arran Banner* et *Majestic* se sont montrées les plus résistantes avec 45 p. 100 d'infection et *Arran Pilot* et *May Queen* les plus sensibles avec 90 p. 100. Certaines variétés sont surtout infectées par le virus Y (*Arran Consul*). *Katahdin* montre une résistance remarquable qui fut aussi observée en serre par inoculation. Les inoculations de Tabacs sains et de Pommes de terre avec du jus dilué de Tabac infecté par le virus Y produit 100 p. 100 d'infection chez le premier, mais non chez la Pomme de terre. *Arran Pilot* et *May Queen* qui réagissent par une Mosaïque donnent un pourcentage plus élevé que *Arran Consul* et *Gladstone* qui réagissent par des lésions locales suivies de nécroses généralisées.

Dans les inoculations avec *Myzus persicae*, *Katahdin* s'est également montrée résistante et *Ulster Monarch* presque aussi sensible que le Tabac. Les variétés communes en Grande-Bretagne donnent des réponses intermédiaires. *Majestic*, *Arran Banner*, *Redskin*, *Sharpe's Express*, *Gladstone* et *Ker'spink* montrent 15 à 30 p. 100 de réponse à l'inoculation et *Arran Pilot*, *King-Edward* et *Mary Queen* 50 à 60 p. 100.

Les Pucerons s'infectent mieux sur Tabac malade que sur Pomme de terre. Le pourcentage de Tabacs sains infectés correspond au titre de précipitines des plantes sources de virus. Le jus de la variété la plus résistante se montre donc de beaucoup le plus virulent. La multiplication du virus, une fois établi, est donc indépendante de sa facilité de contamination.

Ces différences de réactions expliquent pourquoi *Arran-Banner* donne généralement de bonnes récoltes là où *Arran Pilot* en fournit de mauvaises. Il est possible que *Katahdin* puisse réagir de façon différente avec des souches de virus Y autres que celle utilisée par les auteurs.

P. L.

Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.). — **Richesse en virus de plantes atteintes par la mosaïque du Tabac.** (The virus content of plants suffering from Tobacco Mosaïc.) *Brit. Journ. Exp. Patho.*, vol. XXVII, p. 81, 1946.

Le passage au moulin provoque des pertes de virus. L'incubation avec de la typsine ou des enzymes d'escargots permet de reprendre plus de virus si on la pratique avant le broyage. Des incubations successives sont nécessaires pour éliminer tout le virus des résidus. Celui-ci peut atteindre 1/3 de l'azote total insoluble de la feuille. Les auteurs estiment que la proportion de virus correspond à 10 p. 100 de la matière sèche.

Il est remarquable que la virus adsorbé par les fibres, bien qu'en quantité plus faible que le virus mobile qui se trouve dans les jus, est le plus infectieux.

P. L.

PRENTICE (I. W.) et HARRIS (R. V.). — **Analyse des complexes de virus du Fraisier au moyen du Puceron vecteur *Capitophorus fragariae*.** (Resolution of strawberry virus complexes by means of the aphis vector Capitophorus fragariae, Theol.) *Ann. appl. Biol.*-1, p. 50-53, 1 diag., 1946.

Étude de l'association du crinkle, avec le yellow edge ou la xanthose (peut-être identique au second) dans le but de savoir si elle est obligatoire ou fortuite. Le virus en question n'étant inoculable que par puceron, une méthode a été mise au point pour les séparer d'après leur persistance différentielle dans celui-ci.

Les plantes ayant servi de source présentaient un crinkle léger. *Royal Sovereign* ainsi inoculé n'a présenté que des symptômes très légers. La transmission s'effectue après un repos d'une heure et le virus ne paraît pas rester plus de trois heures dans le vecteur. Ce virus non persistant serait le « mild crinkle virus ».

P. L.

WOODS (M. W.) et DE BUY (H. G.). — **Preuve de l'évolution des virus phytopathogènes à partir des mitochondries et de leurs dérivés.** (Evidence for the evolution of phytopathogenic viruses from mitochondria and their derivatives.) *Phytopatho*, vol. 33, n° 8, p. 637-655, 1947.

Les chondriocontes contiennent des nucléo-protéides. L'auteur estime qu'ils peuvent migrer d'une cellule à l'autre. Les plastes de panachure pourraient donc, aux premiers stades du développement, aller d'une cellule à l'autre. Certaines panachures seraient transmissibles par la greffe. L'hérédité des panachures est matrocline comme celle des virus. L'origine spontanée des panachures a été observée dans certains cas.

De ces analogies, l'auteur conclut à l'origine mitochondriale des virus. Les virus dont le pouvoir d'invasion est le plus faible (Mosaïques du Fusain et de l'Abutilon) sont également ceux dont les symptômes se rapprochent le plus des panachures.

Par mutation, les chondricontes auraient pu donner des types à haut pouvoir d'invasion et à multiplication active, type Mosaïque du Tabac en passant par des formes moins envahissantes, type panachure de l'Abutilon et Mosaïque du Fusain. Les panachures d'origine plastidique ne sont pas nécessairement des maladies à virus, mais peuvent être le point de départ de maladies à virus, notamment chez les plantes vivaces.

P. L.

JOHNSON (James). — **L'atténuation des virus et la séparation de souches par des hôtes spécifiques.** (Virus attenuation and the separation of strains by specific hosts.) *Phytopatho*, XXVIII-11, p. 822-837, 1947.

L'auteur estime être en mesure d'obtenir des lignées pures de virus issues d'une particule unique du virus de la Mosaïque du Tabac en effectuant des prélèvements à partir des lésions locales de l'hybride hypersensible *N. Tabacum X. N. Glutinosa* avec dilution de l'ordre de 1/10.000.000. Sa méthode lui permet de constater que les souches isolées dans la nature sont des mélanges.

Le virus de la Mosaïque du Tabac subit une atténuation sur l'*Eryngium aquaticum*. Cette atténuation équivaut à une séparation de deux souches de gravités différentes inoculées en mélange. Seule, la souche faible sort de la feuille inoculée et se répand dans les différents organes de l'*Eryngium*. Une sélection inverse a été observée chez la Tomate; non invasion de la souche faible et expansion de la souche grave.

La distinction des souches graves et atténuées est laborieuse. L'auteur a cherché une méthode expéditive. Il a observé que certaines variétés du *Nicotiana Tabacum*, telles que *Daruma* réagissent par des lésions locales aux souches faibles du virus de la Mosaïque du Tabac, mais non aux souches graves.

P. L.

Noll (Christiane). — **Recherches anatomiques sur le Crown-gall.** *Ann. Sc. nat. Botanique*, 11e série, t. VII, 1946, paru en 1947.

Il s'agit là d'une œuvre posthume, l'auteur ayant péri accidentiellement avant d'avoir mis la dernière main à son ouvrage; celui-ci a été publié grâce aux soins de MM. Gautheret et Buvat. Un historique détaillé relate les travaux ayant trait à la structure anatomique du Crown-gall et au mode de pénétration de la Bactérie.

Les travaux de l'auteur confirment le mode de pénétration de la Bactérie par voie de blessures. Un léger doute subsiste néanmoins quant à la possibilité de contamination par les stomates, des enduits bactériens ayant apparu dans certaines chambres sous-stomatiques à la suite d'inoculations au pinceau (celui-ci agissant essentiellement par les légères blessures qu'il occasionne).

La croissance est étudiée en détail sur des tumeurs d'origine profonde et d'origine superficielle. Celle-ci comporte d'abord une phase d'hyperplasie et d'hypertrophie cellulaire. Ces deux phénomènes vont d'abord de pair, puis se dissocient, certaines cellules restant géantes et cessant de se multiplier, tandis que des cellules de petite taille se multiplient activement. Cette première phase n'est pas durable. La croissance se prolonge ensuite, grâce à la constitution de zones génératrices.

Le processus de croissance du Crown-gall est comparé à celui de la cicatrisation de blessures aseptiques. Aucun des caractères observés n'est pleinement original, se retrouvant soit dans le tissu cicatriciel, soit dans les cals de boutures, soit dans les cultures de tissus.

L'auteur compare l'action du *Phytomonas tumefaciens* à celle de l'hétéroauxine. Il constate des différences, notamment dans le pouvoir rhizogène et la sensibilité des divers tissus à l'un ou l'autre de ses agents. Ces différences lui paraissent néanmoins de faible importance en regard de similitudes évidentes, ce qui l'amène à conclure que ses observations s'accordent en somme assez bien, dans l'ensemble, à l'idée selon laquelle les tumeurs seraient dues à la formation d'acide indole-acétique par la Bactérie.

Ce travail précis constitue une intéressante contribution à l'étude du Crown-gall, malgré les lacunes inévitables dues à la mort prématurée de son auteur. Nous devons une grande reconnaissance à M. Gautheret qui dirigeait ces recherches pour la peine qu'il s'est donnée de rassembler les résultats acquis et de les présenter d'une façon aussi soignée.

P. L.

Pavillard (Jean). — **L'extraction à l'éther, méthode de dosages des substances de croissance chez la Pomme de terre.** *C. R. A. Sc.*, t. 224, n° 26, p. 1840-1942, 1947.

L'auteur a exécuté des dosages d'homones chez la Pomme de terre en traitant les tissus hachés avec de l'éther purifié par distillation sur $SO^4Fe + CaO$. Les résultats de l'auteur mettent en évidence la richesse des sommets végétatifs en auxine et la pauvreté des tubercules. L'auteur a fait comparativement des dosages sur des Pommes de terre atteintes d'enroulement. Il considère que la comparaison des chiffres ne permet pas de tirer des conclusions relatives à l'influence des virus sur la teneur en auxine des Pommes de terre. L'extraction à l'éther ne permet, en effet, de doser que l'auxine libre immédiatement disponible dans un tissu déterminé et non par la mesure de l'auxine liée que, seule, une hydrolyse alcaline ou une digestion permettent de mettre en évidence.

P. L.

Nicholas (D. J. D.). — **Recherche de la carence en manganèse chez les plantes, au moyen d'un test au tétraméthyldiaminodiphénylméthane.** (Detection of manganese deficiency in plant by tissus tests, using tetramethyldiaminodiphenylmethane.) *Nature*, 162, n° 3995, p. 696, 1946; in : *Rev. appl. mycol.*, 25, p. 362, 1946.

Une réaction décrite par Szebelledy et Bartfay, en 1936, puis par Wenger et Duckert, en 1941, permet de reconnaître la richesse en manganèse des tissus végétaux. Le tétraméthyldiaminodiphénylméthane en solution acétonique donne, avec les jus de plantes, une coloration bleue proportionnelle à leur teneur en manganèse.

M. Rau.

TRAITEMENTS CHIMIQUES.

RICHARDSON (C. H.) et WALKDEN (H. H.). — **Emploi du chlorure de β.méthylallyle pour la fumigation des insectes du Maïs.** (β.metylallyl chloride as a fumigant for insects infesting corn.) *J. econ. entom.*, 38, p. 471-477, 1945.

Le chlorure de β.méthylallyle peut être utilisé pour la fumigation des épis de Maïs. Il est peu inflammable et peu toxique pour l'homme. On peut diminuer son inflammabilité, en y ajoutant 25 p. 100 de tétrachlorure de carbone, sans diminuer l'efficacité. Les doses léthales médianes sont de 8,8 cm^3 par mètre cube pour *Tribolium castaneum*, 6,6 cm^3 pour *Orizaephilus surinamensis*, 5,5 cm^3 pour *Calandra oryzae*.

Le mélange de CCl^4 (4 parties) avec le chlorure (1 partie) s'emploie dans les silos métalliques à la dose de 200 cm^3 par mètre cube de grains. A cette dose, il n'a pas d'action sur la germination. L'action phytocide augmente avec la concentration et l'humidité des grains.

M. RAU.

IVY (E. E.) et EWING (K. P.). — **L'hexachlorocyclohexane contre les insectes du coton.** (Benzene hexachloride to control cotton insects.) *J. econ. entom.*, 39, p. 38-41, 1946.

En essais de laboratoire et en essais de plein air en cage, l'H. C. H. s'est montré actif contre plusieurs des principaux insectes du Cotonnier. Il est supérieur à l'arséniate de chaux contre *Anthonomus grandis* et *Alabama argillacea*. Il est égal ou supérieur au D. D. T. contre *Psallus seriatus* et contre les Punaises *Lygus oblineatus* et *Nezara viridula*. Il dépasse les poudres nicotinées à l'égard d'*Aphis gossypii*.

Par contre, il est peu efficace sur *Héliothis armigera*, que les poudres concentrées à l'arséniate de chaux combattent plus efficacement.

M. RAU.

CARTER (W.). — **Les traitements du sol, notamment par fumigation au D. D.** (Soil treatments with special reference to fumigation with D. D. mixture.) *J. econ. entom.*, 38, p. 35-44, 1945.

Les traitements du sol sont employés à Hawaï, depuis 1936, dans les cultures d'Ananas. Il s'agit de lutter contre un Nématode du genre *Heterodera*, un insecte, *Anomala orientalis*, et un champignon du genre *Pythium*. Le meilleur critère pour juger de la valeur des traitements du sol est la croissance des plantes : une fumigation efficace entraîne un bon développement du système radiculaire.

La chloropicrine a d'abord donné satisfaction. Récemment, le D. D., mélange contenant surtout du 1.3.dichloropropène et du 1.2.dichloropropane, s'est montré aussi efficace que la chloropicrine. Dans le mélange, c'est le 1.3.dichloropropène qui est le plus actif; les autres fractions ont une action de synergisme. Certains isomères de ces composés chlorés sont également insecticides.

M. RAU.

LEPIGRE (A.). — **La désinfection des fruits frais parasités par le Pou de San José.** *Fruits prim. Afr. N.*, 15, p. 196-204, 1945.

Les fumigations au bromure de méthyle utilisent 50 g. de produit additionné de 200 g. de CO^2 par mètre cube; on fait au préalable un vide de 67 cm. de mercure, puis, après l'introduction des fumigants, on remplit d'air jusqu'à 2 cm. de mercure. Le traitement dure 45 à 90 minutes, températures de 25-27°. Il provoque une maturation plus rapide des Prunes et n'a pas d'action sur les Abricots. A la concentration indiquée, un traitement de 1/2 heure tue tous les stades du Pou de San José qui se trouvent sur les Prunes.

L'acide cyanhydrique à la concentration de 1,2 g. par m³ d'espace total, agissant pendant 45 minutes à 22°, assure la mortalité complète du Pou sur les rameaux de Pommier et de Poirier. Un jour après le traitement, on ne retrouve pas trace du gaz dans les Prunes. Il est à souhaiter que les traitements par CNH soient autorisés, car ils reviennent moins chers et sont plus sûrs que les fumigations au bromure de méthyle.

M. Rau.

Fisher (E. H.) et Stanley (W. W.). — **Essais préliminaires avec la poudre de cévadille.** (Preliminary tests with sababilla.) *J. econ. entom.*, 38, p. 125-126, 1945.

Une préparation commerciale américaine contient 50 p. 100 de poudre de graines de Cévadille (*Schoenocaulon officinale*), traitée par un alcali. Contre les insectes des Crucifères, on utilise 35 kg. par hectare d'un mélange contenant 10 p. 100 de poudre de cévadille, 10 p. 100 de carbonate alcalin, 40 p. 100 de soufre et 40 p. 100 de pyrophyllite.

M. Rau.

PHYTOPHARMACIE

Fouretier (G.) et Boullé (A.). — **Sur la vitesse d'évaporation de diverses variétés de soufre dans l'air.** *Ann. agron.*, 16, 447-456, 1946.

La technique suivante a été utilisée pour mesurer la vitesse d'évaporation des soufres finement broyés. Le soufre est appliqué sur des plaques de verre auxquelles on superpose, à 2 mm. d'intervalle, des plaques de cuivre. Les vapeurs, de formule S^8, se fixent sur le cuivre et les quantités de soufre déplacées sont déterminées par pesée.

Cette étude montre qu'à partir d'une certaine intensité de soufrage, très inférieure à celle qu'on pratique dans les vignobles, la vitesse d'évaporation du soufre est constante et indépendante des quantités mises en œuvre. Il n'y a pas intérêt, à ce point de vue, à épandre le soufre pur à plus de 0,25 mg. par cm² de feuillage. Mais il n'est pas possible d'appliquer régulièrement un poudrage aussi léger. La quantité minima employée pratiquement est de 0,50 mg. par cm².

On obtient la même évaporation du soufre avec une faible densité de soufre pur qu'avec la même quantité de métalloïde présenté sous forme de minerai à 30 p. 100. Par exemple, on peut vaporiser 10 kg. de soufre en 290 h. à 44°4, soit à partir de 16,9 kg. de produit pur, soit à partir de 56,3 kg. de minerai. Mais, alors que l'application régulière du soufre pur serait impossible, celle du soufre du minerai correspond à un traitement normal.

M. Rau.

Davies (W. H.) et Sexton (W. A.). — **Constitution chimique et action fongistatique de certains composés organiques soufrés.** (Chemical constitution and fungistatic action of organic sulphur compounds.) *Biochem. j.*, 40, 331-334, 1945; in *Rev. appl. mycol.*, 25, p. 463, 1946.

De nombreux composés organiques ont été essayés comparativement contre des champignons inférieurs : *Fusarium gramineum*, *Penicilium digitatum*, *Botrytis cinerea*, etc. Ils appartenaient aux séries de xanthates, des dithiocarbamates, des thiocyanates, des isothiocyanates et des benzothiazoles. On a essayé en même temps les produits analogues, dans lesquels le soufre est remplacé par de l'oxygène.

Il résulte de cette étude que les xanthates de faible poids moléculaire, notamment le méthylxanthate de potassium et certains arylisothiocyanates peuvent être regardés comme les substances organiques les plus fongistatiques qu'on connaisse. Ils sont au moins égaux aux sels d'arylmercure, par exemple l'acétate de phénylmercure.

M. Rau.

MARSH (P. B.) et BUTLER (Mary L.). — **Action fongicide de bis-phénols envers les moisissures des tissus de coton.** (Fungicidal activity of bisphenol as mildew preventives on cotton fabrics.) *Ind. eng. chem.*, 38, 701-705, 1946.

Une série de bis-phénols et de composés voisins ont été essayés sur trois champignons qui attaquent les tissus de coton : *Metarrhizium glutinosum*, *Chaetomium globosum* et *Aspergillus niger*. Le produit trouvé le plus actif est le 2.2'.méthylène.bis (4.chlorophénol). Les observations suivantes ont été faites :

La substitution de 2 Cl ou de 2 Br aux atomes d'hydrogène en position para, dans les hydroxyles phénoliques, augmente invariablement l'action fongicide; une seconde substitution symétrique tend souvent à rendre les composés moins actifs que les dihalogénés. Le 2.2'.méthylène-bis (4.nitrophénol) et le dérivé chloré du 2.2'.méthylène-bis.phénol ne sont pas actifs, les 2 OH phénoliques ayant été bloqués par formation d'un éther. Les composés à 3 et 4 cycles contenant des paracrésols ou des parachlorophénols unis par des ponts de méthylène, sont nettement moins fongicides que les bis-phénols correspondants.

M. RAU.

BALOCK (J. W.) et STARR (D. F.). — **L'adsorption du bromure de méthyle et son action résiduelle sur la mortalité de la Mouche des fruits.** (Adsorption of methyl bromide and its residual effect on fruitfly mortality.) *J. econ. entom.*, 38, 481-483, 1945.

Étude des fumigations au bromure de méthyle, dans les appareils de désinfection, contre la Mouche des fruits du Mexique, *Anastrepha ludens*, attaquant les mangues. Le détitrage du gaz est dû aux caisses de bois, qui absorbent 36 p. 100 de la dose initiale, et à la peinture noire de la chambre, qui en absorbe 20 p. 100. En l'absence de peinture, les parois d'acier n'en retiennent que 5 p. 100. Le verre et l'amiante n'interviennent pas dans le détitrage.

Le bromure de méthyle absorbé est en grande partie libéré lorsqu'on réintroduit de l'air pur dans l'appareil; il reconstitue une concentration maxima de 7 g. par m^3. Des Mouches placées dans cette atmosphère subissent encore une mortalité de 95 p. 100 après trois jours d'aération, et de 58 p. 100 après vingt-trois jours.

M. RAU.

LINDGREN (D. L.) et DICKSON (R. C.). — **Les fumigations cyanhydriques répétées et le développement de la résistance chez la Cochenille rouge de Californie.** (Repeated fumigation with HCN and the development of California red scale.) *J. econ. entom.*, 38, 296-299, 1948.

Afin d'étudier l'existence, chez la Cochenille *Aonidiella aurantii*, des deux races, l'une résistante, l'autre non résistante à l'acide cyanhydrique, des fumigations ont été effectuées sur celles-ci pendant 70 générations. Ces traitements répétés peuvent encore augmenter la résistance de la race résistante, mais jusqu'à une certaine limite seulement.

La gène « non-résistance » s'élimine lentement, ce qui s'explique par le mécanisme de l'hérédité. En effet, les mâles sont entièrement non résistants ou entièrement résistants et il est probable que beaucoup d'entre eux ne survivent pas aux traitements. Les femelles sont résistantes, non résistantes, ou semi-résistantes; ces dernières sont hétérozygotes. Dans une population où le caractère résistant domine, il y a très peu de femelles homozygotes non résistantes et presque tous les gènes « non-résistance » sont portés par des individus qui possèdent aussi des gènes « résistance ». Aussi, lorsqu'une race résistante pure tend à se former, ce ne sont pas les individus non résistants qu'il faut éliminer, mais les semi-résistants, et ceux-ci sont assez difficiles à tuer.

Plus la population devient résistante, plus grande est la probabilité que les gènes « non-résistance » sont portés par des femelles semi-résistantes, et plus lent est le changement de la population.

M. RAU.

CHISHOLM (R. D.) et KOBLITSKY (L.). — **Variation de composition et de volatilité des produits attractifs pour le Hanneton japonais, au cours de leur évaporation.** (Variation in composition and volatility of japanese beetle attractants during evaporation.) *J. econ. entom.*, 38, 467-470, 1945.

Étude sur les substances entrant dans la préparation des appâts contre *Popillia Japonica;* l'anéthol et l'eugénol constituent des produits assez purs; le géraniol est un mélange de divers corps et d'une huile minérale. Le mélange de neuf parties d'anéthol et d'une partie d'eugénol s'évapore plus vite que le mélange d'eugénol et de géraniol. Les volatilités varient suivant les mélanges, et la composition des appâts peut se modifier avec le temps.

M. RAU.

PEPPER (B. P.) et CARRUTH (L. A.). — **Nouvelle plante insecticide contre *Pyrausta nubilalis*.** (A new plant insecticide for control of the european corn borer.) *J. econ. entom.*, 38, 59-66, 1945.

Un produit commercial est préparé aux États-Unis à partir de la plante tropicale *Ryana speciosa*. Les poudres à 50 p. 100 de matière active sont supérieures, contre la Pyrale du maïs *Pyrausta nubilalis*, aux poudres nicotinées à 4 p. 100 et aux poudres roténonées à 1 p. 100; elles sont égales au D. D. T. à 3 p. 100. Les bouillies à base de Ryana sont également avantageuses. Pratiquement on recommande des poudrages à 30 ou 50 p. 100 de matière active, employées à raison de 30 kg. par hectare en moyenne. La nature du diluant semble indifférente.

M. RAU.

REINGARD (L. V.) et ZABUDKE-REINGARD (T. N.). — **Une plante insecticide intéressante, mais peu étudiée, *Matricaria inodora*.** *Med. parasitol.*, 14, p. 92, Moscou 1945; in : *Rev. appl. mycol.*, 34, p. 381, 1946.

Parmi les plantes du Nord du Caucase essayées comme insecticides, une seule a donné satisfaction, *Matricaria inodora*. La poudre obtenue par le broyage de ses capitules séchés est équivalente à la poudre de pyrèthre contre la Mouche *Musca autumnalis*.

M. RAU.

HANSBERRY (R.) et CLAUSEN (R. C.). — **Propriétés insecticides de diverses plantes.** (Insecticidal properties of miscellaneous plants.) *J. econ. entom.*, 38, 305-307, 1945.

Des plantes présumées insecticides ont été réduites en poudre et appliquées, au moyen d'une tour à poudrer, sur différents insectes et sur le feuillage qu'ils consomment. On compte les mortalités pendant quatre jours. Les poudres qui donnent moins de 10 p. 100 de morts en deux jours ne sont pas retenues.

Les plantes suivantes sont toxiques pour *Epilachna varivestis :* graines des variétés à graines rouges et à graines noires de *Pachyrhizus tuberosus* et *P. erosus* du Brésil, graines d'*Amorpha fruticosa* et racines de *Tephrosia virginiana* des États-Unis, divers *Tephrosia* de l'Amérique Centrale, *Tephrosia vogelii* de la Guyane française. *Lonchocarpus utilis* est en moyenne moins riche en roténone que *L. urucu*, mais, à quantité égale de roténone, il est plus actif.

La sève de *Hyra polyandra* du Mexique est assez toxique pour les Pucerons. *Maurantia antirrhiniflora* du Mexique, *Clibadium surinamense* et *Pithecellobium trapezifolium* de Saint-Domingue sont toxiques pour le Ver à soie, mais pas pour *Epilachna*. *Maurantia* n'est pas actif non plus sur le Doryphore.

M. RAU.

ALLEN (T. C.) et BRUN (L. K.). — **Accroissement de toxicité de la cévadille par traitement à la chaux.** (Increased toxicity of lime-treated sabadilla.) *J. econ. entom.*, 34, 291-293, 1945.

Si on ajoute de la chaux à de la poudre de cévadille grossière et qu'on broie ensuite le tout finement, en le mélangeant à de la pyrophyllite, l'action insecticide de la cévadille augmente fortement. Un phénomène analogue, mais moins accentué, s'observe, lorsqu'on mélange à 100 g. de poudre de cévadille, 20 cm³ d'une solution à 10 p. 100 de carbonate de soude.

M. RAU.

ALLEN (T. C.), LINK (K. P.), IKAWA (M.) et BRUNN (L. T.). — **Efficacité relative des principaux alcaloïdes des graines de cévadille.** (The relative effectiveness of the principal alcaloïds of sabadilla seed.) *J. econ. entom.*, 38, 293-296, 1945.

L'action insecticide des graines de cévadille est due à plusieurs alcaloïdes : vératrine, vératridine, cévadine, cévine. Leur activité a été évaluée au moyen d'application sur insectes (*Melanoplus femur-rubrum, Oncopeltus fasciatus*) de poudres contenant un alcaloïde et de la pyrophyllite; les mortalités sont observées pendant 72 heures.

C'est la cévadine qui a la plus grande toxicité. La vératrine, la vératridine et le chlorhydrate de vératrine sont beaucoup moins actifs. La cévine et l'huile de l'extrait éthéré total ne sont pas insecticides à 1 p. 100. Les alcaloïdes totaux ne sont solubles que dans le kérosène. Sous forme de telles solutions, les D. L. M. envers *Oncopeltus fasciatus* sont : 1/2000e pour la cévadine, 1/500e pour la vératridine, 1/10e pour le D. D. T.

M. RAU.

WEBB (J. E.) et GREEN (R. A.). — **Sur la pénétration des insecticides à travers la cuticule des insectes.** (On the penetration of insecticides through the insect cuticle.) *J. exp. biol.*, 22, 8-20, 1945; in : *Rev. appl. entom.*, 34, p. 87, 1946.

La vitesse de pénétration de la diphénylamine à travers la cuticule des insectes a été étudiée sur *Melophagus ovinus*. Certains solvants, tels que les crésols, l'alcool benzylique, la 4. méthylcyclohexanone augmentent cette vitesse, tandis que d'autres sont sans action. Les solvants actifs sont caractérisés par une rapide pénétration dans la cire d'abeille, par un coefficient de partage élevé entre la cire d'abeille et l'eau, et par une grande solubilité de l'insecticide dans leur solution aqueuse. La volatilité des solvants est aussi un facteur favorable. Le mélange de deux solvants peu actifs peut être plus actif que chacun de ses constituants.

On conclut que certains solvants augmentent la vitesse de pénétration des insecticides de contact à travers la cuticule des insectes : en transportant les insecticides à travers les éléments lipoïdiques de l'épicuticule jusqu'à la limite de l'exocuticule, qui est perméable à l'eau; en concentrant l'insecticide à la surface de contact entre l'épi- et l'exocuticule, et en accroissant ainsi le gradient de diffusion à travers cette surface; en accroissant la solubilité de l'insecticide dans l'eau qui imprègne l'endo- et l'exocuticule; en élevant son coefficient de partage, puis en augmentant son taux de diffusion, non seulement à travers la surface épexocuticule, mais aussi à travers l'exo- et l'indocuticule vers l'hypoderme.

M. RAU.

TURREL (F. M.). — **Action sur la végétation des gaz sulfurés contenus dans les fumées industrielles.** (Effect of sulphur gases in industrial smoke on vegetation.) *Calif. citrogr.*, 31, 40-41, 1945; in : *Rev. appl. mycol.*, 25, p. 273, 1946.

Les principaux gaz nocifs contenus dans les fumées industrielles sont : le gaz sulfureux, le chlore, l'ammoniac, l'hydrogène sulfuré. Ils peuvent être absorbés par les feuilles des *Citrus*. Le gaz sulfureux est le plus dangereux : il forme dans les tissus l'ion SO^4.

Il est possible de définir dans les tissus foliaires une surface d'absorption interne. Elle est,

pour les feuilles épaisses de certains citronniers, 22 fois plus grande que la surface externe, et pour les feuilles de vigne, 11 fois plus grande. Ceci explique que le citronnier soit plus sensible que la vigne aux gaz nocifs de l'atmosphère.

M. Rau.

Cottam (C.) et Higgins (E.). — **Le D. D. T. et ses effets sur les poissons et les animaux sauvages.** (D. D. T. and its effects on fish and wildlife.) *J. econ. entom.*, 39, 44-52, 1946.

Étude faite aux États-Unis et au Canada sur l'application du D. D. T. par avion, soit sous forme de bouillies à base d'huile, soit en poudrage. Les quantités de matière active utilisées variaient de 0,200 kg. à 25 kg. par hectare, les chiffres les plus forts correspondant aux poudrages.

Aux fortes doses, une grosse mortalité a été constatée chez les animaux sauvages; aux doses faibles, mortalité légère ou nulle. Le D. D. T. s'est montré beaucoup plus toxique en émulsion qu'en suspension dans l'huile ou dans l'eau. Les invertébrés et les vertébrés à sang froid furent plus sensibles au produit que les oiseaux et les mammifères.

M. Rau.

Eckert (J. E.). — **Effet du D. D. T. sur les Abeilles.** (The effect of D. D. T. on honeybees.) *J. econ. entom.*, 38, 369-374, 1945.

Une cage dont les parois intérieures ont reçu une pulvérisation de D. D. T. en solution dans le kérosène, reste toxique par contact pour les Abeilles pendant sept mois. Par voie alimentaire, les pâtes de pollen contenant 0,23 et 0,98 p. 100 de D. D. T. ne sont pas toxiques, mais le sirop de sucre l'est, lorsqu'il contient de petites quantités de l'insecticide : la D. L. M. est alors de 13,7 γ de D. D. T. par cm^3 de sirop; ceci correspond à 4,6 γ de D. D. T. par Abeille.

M. Rau.

Orr (L. W.) et Mott (L. O.). — **Effet du D. D. T. administré par voie alimentaire aux vaches, chevaux et moutons.** (The effect of D. D. T. administered orally to cows, horses and sheep.) *J. econ. entom.*, 38, 428-432, 1945.

De grandes quantités de D. D. T. ont été administrées à des animaux domestiques sous forme de suspensions aqueuses. Le produit ne provoque pas d'intoxication grave; il est éliminé en grande partie et une très faible proportion passe dans le sang. En solution huileuse, il est plus facilement assimilé.

Les symptômes provoqués par les fortes doses de D. D. T. sont : perte d'appétit, hémorragies du cœur et de l'intestin; il y a probablement des lésions du système nerveux. Les traitements insecticides normaux ne sont pas dangereux pour les animaux, et il semble se produire une accoutumance au produit.

M. Rau.

Scott (L. B.). — **Résidus d'arsenic dans la paille et les grains de blé, à la suite des poudrages par avion ou des traitements par appâts empoisonnés.** (Arsenicals residues in straw and grain from wheat dusted by airplane or tested with poisoned bait.) *J. econ. entom.*, 38, 464-466, 1945.

Dans le Tennessee, le blé et l'orge ont été attaqués, en 1944, par *Cirphis unipuncta;* les traitements ont comporté l'emploi d'appâts empoisonnés au Vert de Paris (3 à 4 p. 100 dans du son, à raison de 20 à 30 kg. par hectare) ou de poudrages arsenicaux par avion (90 p. 100 d'arséniate de chaux et 10 p. 100 de Vert de Paris, à raison de 20 kg. à l'hectare). L'avion, volant à 5 mètres du sol, laissait tomber un peu de poudre sur les cultures voisines.

Le traitement a donné, chez les insectes, 90 p. 100 de mortalité en 72 heures. Il a entraîné

la mort de rongeurs, chats, chiens et lapins; des vaches ont été malades dans les herbages atteints par le produit.

Les pailles analysées au début de juillet contenaient 10 à 35 mg. d'As par kilog, dans les zones traitées par avion, et 2 mg. dans les zones traitées par appâts. A 600 mètres des champs de céréales, on a retrouvé jusqu'à 0,4 mg. d'As par kilog de récolte. Cinq semaines plus tard, tous les chiffres sont réduits de 25 à 80 p. 100.

Dans les conditions les plus défavorables, un cheval aurait dû absorber 40 kg. de paille traitée par avion et une vache 15 kg. pour ingérer une dose dangereuse d'arsenic. Dans les champs traités par appâts, le danger est toujours nul. Le blé récolté contient des traces d'arsenic qui restent éloignées des quantités dangereuses.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. P. 800049.

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

PREMIÈRES OBSERVATIONS

SUR DES PARASITES DU POU DE SAN-JOSÉ

(*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.)

DANS LE LYONNAIS

par J. d'Aguilar, P. Allegret, R. Vasseur,

SOMMAIRE :

		Pages.
I.	Introduction	59
II.	Parasites rencontrés	59
III.	Caractères specifiques des parasites	60
IV.	Distribution géographique générale et Insectes-hôtes des parasites	60
V.	Biologie d'*Aphytis mytilaspidis* et d'*Aphytis proclia*	61
VI.	Abondance et répartition dans le Lyonnais	62
VII.	Conclusions	63
VIII.	Bibliographie	63

Le Pou de San-José existant dans la région lyonnaise depuis une dizaine d'années, il était important de voir : comment une lutte biologique naturelle, par l'action des parasites et des prédateurs, s'établirait autour de lui ; l'origine de cette lutte (espèces autochtones et espèces ayant suivi leur hôte), le rôle économique qu'elle pourrait jouer et les possibilités éventuelles de l'accroître.

Parasites rencontrés.

Au cours de l'année 1945 nous avons observé la présence de deux ectoparasites de la famille des *Aphelinidae* (Hyménoptères), genre *Aphytis* (*Aphelinus p. parte*) : *A. mytilaspidis* Bar. et *A. proclia* Wk. (*A. diaspidis* How.).

Ces deux espèces ont déjà été signalées sur le Pou de San-José par certains auteurs

parmi lesquels : Hodgkiss (H. E.) et Parrott (P. J.) [1914]; Caesar (L.) [1914]; Quaintance (A. L.) [1915]; Glenn (P. A.) [1915]; Treherne (R. C.) [1916]; Mc Daniel (E.) [1919]; Alden (C. H.) [1930]; Wakeland (C.) [1937]; Kirichenko (A. N.) [1937]; Janecek (M.) [1941]; Cox (J. A.) [1942].

Mais c'est la première fois qu'elles ont été reconnues parasitant cet hôte en France où elles n'avaient été mentionnées que vivant sur d'autres Cochenilles sans importance économique (Balachowsky, 1930).

Caractères spécifiques des parasites.

Les principaux caractères permettant la distinction des femelles des deux espèces étudiées sont les suivants :

A. mytilaspidis Bar. — Corps de couleur jaune, antennes et pattes jaune pâle. Ailes antérieures deux fois et demie plus longues que larges, portant des soies marginales courtes (les plus longues atteignant à peine 1/6e de la largeur maximum du disque de l'aile); 7 à 8 rangées peu denses de cils, au plus, entre la base de l'aile et la bande dénudée.

A. proclia Wk. — Corps de couleur jaune avec les sutures thoraciques et les côtés des segments abdominaux plus ou moins rembrunis, antennes et pattes légèrement assombries. Ailes antérieures trois fois plus longues que larges, portant des soies marginales longues (les plus longues atteignant 1/4 ou 1/5e de la longueur maximum du disque de l'aile); des rangées denses de cils entre la base de l'aile et la bande dénudée.

Distribution géographique générale et Insectes-hôtes des parasites [1].

Les espèces précitées ont une large distribution géographique et de nombreux insectes hôtes, la majorité de ceux-ci étant des Cochenilles de la famille des Diaspines.

A. mytilaspidis a été trouvé sur le Pou de San-José aux U. S. A., au Canada, au Japon, en Argentine et en U. R. S. S. (Caucase). Il est en outre connu de Mésopotamie, des Indes, des Bermudes, de l'Afrique du Nord et de plusieurs pays d'Europe (Belgique, Espagne, Grande-Bretagne, Hongrie, Suisse) où il s'attaque à diverses Cochenilles mais plus particulièrement à celles du genre *Lepidosaphes*.

D'après divers auteurs la liste de ces hôtes s'établirait comme suit : *Aulacaspis rosae* Bche, *Chionaspis pinifoliae* Fitch, *Ch. salicis* L., *Ch. permutans, Ch. graminis, Ch. berlesei* Leon., *Diaspis carueli, Diaspis visci* Schr., *Lepidosaphesulmi* L., *L. ficus, L. conchiformis, L. pinnaeformis, L. beckii* Newm, *L. gloveri* Pack, *Parlatoria zizyphi* Luc., *P. blanchardii* Targ., *Pinnaspis aspidistrae* Sig., *Leucaspis pini* Htg., *Aspidiotus hederae* Val., *A. betulae, Dynaspidiotus britannicus* Newst., *Quadraspidiotus perniciosus* Comst., *Q. ostreaeformis* Curt., *Pulvinaria psidii* Mask., *Pseudaulacaspis pentagona* Targ.

A. proclia parasite le Pou de San-José aux États-Unis, en Argentine et en Autriche mais il est connu également de nombreux pays (Algérie, Australie, Bermudes, Brésil,

(1) A. Melis (1943), cite un *Aphytis sp.* ectoparasite dont l'action réduirait la population du Pou de San-José de 10 à 12 p. 100 en Italie. Peut-être s'agit-il d'*A. Bovelli* Hal. signalé par A. Goidanich (1946).

Canada, Ceylan, Italie, Jamaïque, Japon), où il vit sur différentes Cochenilles. Son activité parasitaire a été importante et il a été introduit en vue de la lutte biologique aux îles Bermudes contre *Aulacaspis pentagona* et à la Jamaïque contre cette même Cochenille et *Aonidiella aurantii*. Dans les deux cas le parasite semble s'être bien acclimaté.

Ses principaux hôtes sont les suivantes : *Aulacaspis rosae* Bche, *Chionaspis evonymi*, *C. pinifoliae* Fitch., *Diaspis echinocacti* Bche, *D. calyptroides*, *D. carueli*, *D. zamiae*, *D. bromeliae* Kern., *Lepidosaphes ulmi* L., *gloveri* Pack., *Parlatorea calianthina*, *P. proteus*, *Pseudaulacaspis pentagona* Targ., *Aonidiella aurantii*, *A. lauri*, *Chrysomphalus dictyospermi* Morg, *Ch. agavis* T. et Ck., *Aspidiotus hederae* Val., *Diaspidiotus uvae* Comst., *Hemiberlesia lataniae* Sig., *H. cyanophylli* Sig., *Quadraspidiotus juglans regiae* Comst., *Q. perniciosus* Comst.

L'importance économique de ces deux parasites serait toutefois assez variable suivant les climats et l'hôte attaqué. Ainsi, pour le Pou de San-José, Janecik (1941) en Autriche n'attribue que peu d'efficacité à *A. proclia* et il en est de même pour Kirichenko (1937) en U. R. S. S. en ce qui concerne *A. mytilaspidis*. Par contre, aux États-Unis, Wakeland (1937) signale *A. mytilaspidis* comme actif dans l'Idaho contre ce même insecte. Dans l'Oregon il serait un régulateur efficace de la pullulation d'*Aspidiotus britannicus* (Roaf et Mote, 1935) et son rôle serait appréciable contre *Parlatorea blanchardi* en Mésopotamie (Ramachandra Rao, 1922).

Biologie d'*Aphytis mytilaspidis* et d'*Aphytis proclia*.

D'après Imms (1916) qui a étudié *A. mytilaspidis* vivant sur *Lepidosaphes ulmi* en Grande-Bretagne, ce parasite a deux générations par an, les adultes de la première génération ayant hiverné au stade larvaire éclosent fin juin ou début juillet et ceux de la deuxième en fin août, début septembre.

Griswold (1925) indique que ce même Chalcidien parasitant *L. ulmi* à Ithaca (U.S.A.) a de 3 à 4 générations par an, qu'il est parasite externe des œufs, des larves du 2e stade et des jeunes femelles de la Diaspine et que l'éclosion des premiers adultes a lieu dans la première quinzaine de juin.

Nos premières constatations, effectuées dans la région de Lyon, ont montré jusqu'à présent un parasitisme exclusif portant sur les femelles ; aucune observation ne montra d'attaques sur les mâles ou sur des stades larvaires.

La ponte s'effectue à travers le bouclier de la jeune femelle, peu de temps après sa dernière mue larvaire. Elle dure quinze secondes environ et en l'espace de deux ou trois minutes une femelle d'*Aphytis* peut pondre dans plusieurs Cochenilles.

La larve du parasite se développe sous le bouclier de l'insecte, mais extérieurement au corps de ce dernier. Habituellement on ne trouve qu'un seul individu parasite sous chaque bouclier, rarement deux.

La femelle de *Q. perniciosus* parasitée vit assez longtemps, continue même à produire des larves et souvent ne meurt qu'au moment de la nymphose du parasite. L'Hyménoptère adulte sort par une ouverture circulaire pratiquée dans le bouclier de son hôte. Nous avons pu noter, au cours de l'année, plusieurs générations mais leur nombre exact reste à préciser. Sous le climat lyonnais, l'hibernation a lieu au stade de larve mature ou de nymphe, stades qui, durant la mauvaise saison, restent sans s'alimenter sous le bouclier de la femelle, le plus souvent morte, du Pou de San-José.

Abondance et répartition dans le Lyonnais.

Les premières récoltes de parasites du Pou de San-José furent faites dans le Lyonnais pendant l'année 1945. Très rares dans la première moitié de la saison, les insectes ont été constatés en nombres beaucoup plus importants vers la fin août et en septembre-octobre. A ce moment, le pourcentage des femelles de *Q. perniciosus* parasitées atteignait et dépassait même, dans certains cas, 50 p. 100. Au cours de l'année 1945 les parasites se sont surtout montrés dans la partie sud et sud-ouest du foyer lyonnais (Saint-Genis Laval, Brignais), partie moyennement contaminée par la Cochenille.

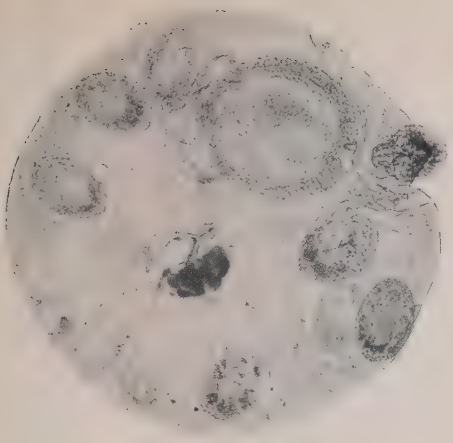
En 1946 les cas de parasitisme ont été beaucoup plus nombreux dès le début de l'été et furent enregistrés dans presque tous les foyers de la région lyonnaise (Tassin, Charbonnières, Lozanne, Dardilly, Saint-Genis-Laval, Brignais, etc.), mais là encore l'activité des *Aphytis* se fit surtout remarquer vers l'automne. C'est ainsi que dans d'assez nombreux cas, en majorité, les femelles du Pou de San-José étaient parasitées.

Par contre en 1947, au cours de toute la saison l'activité des *Aphytis* fut insignifiante. Le nombre des femelles parasitées du Pou de San-José était presque nul au printemps et en été, et n'atteignait qu'un très faible pourcentage pendant les mois d'automne.

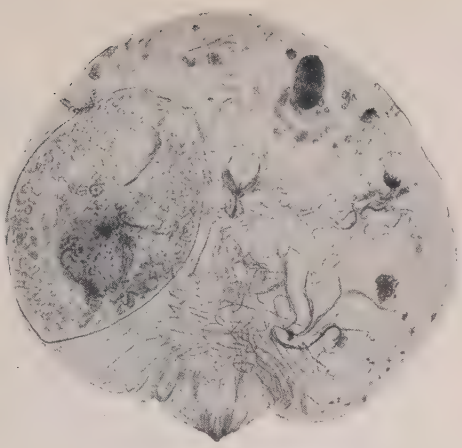
Il est intéressant de noter que le degré de parasitisme varie assez sensiblement suivant les localités et les conditions écologiques. D'une manière générale, les parasites furent observés en plus grand nombre dans les vieux vergers abrités, ombragés et humides, comparaison étant faite avec les jeunes plantations espacées et bien ensoleillées. Ceci indiquerait peut-être l'importance du facteur hygrométrique comme élément réglant la pullulation de ces insectes. Une confirmation de cette hypothèse pourrait se trouver d'une part dans le fait que l'apparition des *Aphytis* fut abondante à l'automne et pendant l'été 1946, période dont la pluviométrie fut plus importante que celle de l'été 1945, d'autre part dans la rareté relative du même insecte en 1947, année se caractérisant dans la région lyonnaise par des températures particulièrement élevées et par une grande sécheresse.

En outre, il est à signaler que l'apparition plus ou moins sporadique de ces parasites pourraient aussi correspondre à un ensemble de circonstances biologiques agissant sur la pullulation de l'insecte. En effet, comme nous l'avons indiqué plus haut, les *Aphytis* en question n'attaquent que les femelles adultes, tandis que le Pou de San-José (dans la région lyonnaise tout au moins), hiverne au stade de première larve. Par conséquent, les parasites ne semblent pas trouver « normalement » chez cet insecte les conditions nécessaires pour leur hibernation. Ils sont vraisemblablement en grande partie amenés à passer la mauvaise saison sur d'autres hôtes (*Epidiaspis leperii* par exemple, chez lequel *Aphytis mytilaspidis* a été également observé dans la région lyonnaise et qui hiverne au stade de jeune femelle). Il y aurait donc, par conséquent, entre *Q. perniciosus* et *Aphytis*, en tant qu'hôte et parasites, une non-concordance des cycles biologiques ce qui diminue naturellement le rôle de ces derniers comme régulateurs de la pullulation du Pou de San-José, rôle qui est dans certains cas loin d'être négligeable, comme nous l'avons montré plus haut.

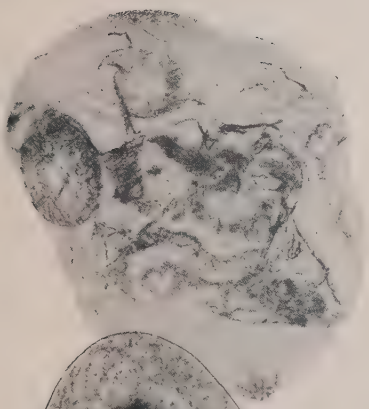
D'un autre côté, il n'est pas impossible que les traitements des vergers avec des insecticides variés, appliqués en hiver comme en été, pratiqués depuis ces dernières années d'une manière de plus en plus intense aient aussi contribué à la diminution observée en 1947 du nombre des parasites.

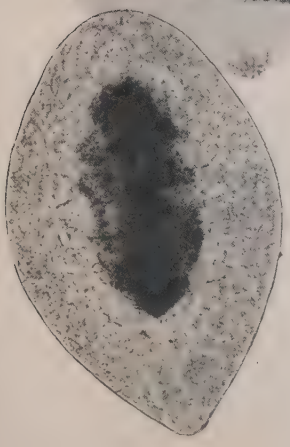


1.



2.





3.

4.

5.

Chalcidiens du genre *Aphytis*, parasites du Pou de San-José dans la région lyonnaise.

Fig. 1 à 3. Femelles du Pou de San-José attaquées par des larves du parasite à différents stades de développement. — Fig. 4. Nymphe du parasite. — Fig. 5. Parasite adulte. (*A. proclia* Wk.)

Conclusions.

Notre faune d'Hyménoptères parasites coccidophages a déjà fourni dans le Lyonnais deux espèces parasitant le Pou de San-José, Cochenille nouvellement introduite dans la région.

Ces espèces, dans d'autres pays, attaquent également le Pou de San-José.

Elles sont ectoparasites, semblent vivre en France uniquement sur les femelles, et possèdent plusieurs générations par an.

Leur rôle économique, parfois très appréciable, paraît se montrer d'une manière très irrégulière selon les années; ce caractère semble lié à une hygrophilie des espèces et au fait que pour l'hibernation leur cycle concorde mal avec celui de *Q. perniciosus*, d'où importance d'autres Cochenilles servant d'hôtes intermédiaires pour qu'un grand nombre de parasites franchisse heureusement la période hivernale.

Laboratoire du Pou de San-José du Lyonnais
et Station centrale de Zoologie agricole.

(*Reçu le 2 avril 1948.*)

BIBLIOGRAPHIE.

1930. Balachowsky (A.). — Contribution à l'étude des Coccides de France (4e note). Quelques Hyménoptères Chalcidiens parasites des Coccides recueillis dans les Alpes-Maritimes et dans le Var durant l'année 1929. (*Rev. Path. Vég. Ent. agr.* XVII, p. 218-221.)

1935. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées T. I. Paris.

1935. Barnes (A. C.). — Another Wasp to control Insect Pests has been successfully introduced in Jamaïca. (*J. Jam. agric. soc.* XXXIX, p. 335.)

1929. Cunningham (H. S.). — Report of Plant Pathologist. (*Rep. Dép. Agric. Bermuda 1928*, p. 26-28.)

1938. Da Fonseca (J. P.). — A Cochonilha branca dos pessegueiros e das amoreiras. (*O Biologica* IV, p. 262-266.)

1946. Goidanich (A.). — Su alcuni Calcidoidei Afelinini parassiti dell'*Aonidiella perniciosa* COMST. in Italia. (*Boll. Ist. Entom. Bologna* XV, p. 20-24.)

1925. Griswold (G. H.). — A Study of the Oyster-shell Scale, *Lepidosaphes ulmi* L. and one of its Parasites, *Aphelinus mytilaspidis* LEB. (*Cornell Univ. Agr. Exp. Stat.*, Mém. 93.)

1916. Imms (A. D.). — Observations on the Insect Parasites of some Coccidae. (*Quart. Jl. microsc. Sci. London* LXI, p. 217-274.)

1941. Janecek (M.). — San José Schildlausbeobachtungen in Oggau am Neusiedlersee während des Sommers 1940. (*Arb. phys. angew. Ent.* VIII, p. 145-163.)

1937. Kirichenko (A.). — The San Jose Scale in Conditions of U. R. S. S. (*Works of Quarantine Laboratories.* Leningrad.)

1943. Melis (A.). — Contributo alla conoscenza dell *Aspidiotus perniciosus* COMST. (*Redia* XXIX, p. 112.)

1932. Mercet (R. G.). — Notas sobre Afelinidos (6° notas). [*Eos* VIII, p. 353-356.]

1921. Nakayama (S.). — An Enumeration of Japanese Aphelininae with Description of two new Species. (*Phil. Jl. Sci* XVIII, p. 97-101.)

1922. Ramachandra Rao (Y.). — Pests of the Date Palm in Iracq (*Mesopotamia Dept. Agric. Memors* 6.)

1935. Roaf (J. R.) et Mote (D. C.). — The Holly-Scale : *Aspidiotus britannicus* NEW. and others Insects of English Holly in Oregon. (*Jl. econ. Entom.* XXVIII, p. 1041-1049.)

1944. Thompson (W. R.). — A Catalogue of the Parasites and Predators of Insect Pests. Sect. 1 Pt. 3, Hemiptera.

1937. Wakeland (C.). — Entomology. (*Bull. Idaho agric. Exp. Sta.* n° 221, p. 30-33.)

LES OTIORRHYNQUES DE LA FAUNE FRANÇAISE NUISIBLES Á L'AGRICULTURE

par A. Hoffmann,
Entomologiste au Laboratoire de Faunistique agricole de Versailles.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction 65
II. Les Caractères de la sous-famille des *Otiorrhynchinae* et de la tribu des *Otiorrhynchini;* distinction des genres 66
III. Les genres *Troglorrhynchus* et *Stomodes* 67
IV. Le genre *Otiorrhynchus;* généralités. Éthologie générale, régime, ponte, larve, nymphose, l'imago, dégâts, parthénogénèse 68
V. Division des sous-genres ; séparation pratique des *Otiorrhynchus* agricoles 72
VI. Synonymie, éthologie et distribution géographique des espèces nuisibles. Division des races chez *O. clavipes.* Particularités sur *O. impressiventris* 74
VII. Bibliographie 81

I. Introduction.

Les Otiorrhynques (scientifiquement *Otiorrhynchus*) sont des Coléoptères appartenant à l'importante famille des Curculionides ou Charançons [1]. Ils forment la sous-famille des *Otiorrhynchinae* dont les différences avec les groupes voisins sont nettement tranchées.

La nuisibilité des *Otiorrhynchus* sans être aussi spectaculaire que celle des Calandres des grains ou des Anthonomes des arbres fruitiers, pour ne parler que de ces deux genres de Charançons, n'en est pas moins funeste. Et à notre avis, l'importance économique que représentent leurs dégâts n'a pas assez retenu l'attention des Agriculteurs et des Entomologistes agricoles. Non seulement les larves, par les ravages qu'elles occasionnent aux racines peuvent être la cause du dépérissement ou même de l'anéantisse-

[1] On connaît, actuellement, plus de 50.000 espèces de Curculionides répandus sur presque toute la surface du globe.

ment de certaines cultures arboricoles, viticoles ou fourragères, mais les déprédations exercées sur les diverses parties aériennes, par les adultes, sont souvent très graves. Ces dégâts ne sont pas toujours représentés, comme on pourrait le croire, par des découpures régulières et assez bénignes observées sur les bords des feuilles de certains végétaux. Chez plusieurs espèces, la nature du délit peut se confondre avec celle des chenilles les plus voraces et dans de nombreux cas, les fleurs, les jeunes pousses et les fruits naissants ne sont pas épargnés.

Le but de ce travail est de faire connaître, sur les *Otiorrhynchus* de notre faune, nuisibles à l'Agriculture, certains détails d'ordre systématique et les caractères des dégâts propres à chacune des espèces qui nous intéressent ici. Nous donnons, en outre, des renseignements sur leur éthologie et leur répartition géographique, ainsi que sur le mode de reproduction s'accompagnant pour certains de ces animaux, de phénomènes parthénogénétiques particuliers.

Les quelques figures accompagnant notre exposé, aideront à la compréhension du texte. Le cadre de ce travail a été limité, puisque nous envisageons seulement les espèces agricoles et les formes voisines pouvant être confondues avec elles. Nous avons en cours de préparation, pour la «Faune de France», la monographie des Curculionides de la France et de la Corse. Nous renvoyons à cette étude, les personnes qui voudront avoir des renseignements plus détaillés, notamment d'ordre systématique, sur les espèces examinées ici.

II. Les caractères de la sous-famille des *Otiorrhynchinae* et de la tribu des *Otiorrhynchini*; Distinction des genres.

Parmi les neuf sous-familles divisant les Curculionides, les *Otiorrhynchinae* se différencient par les points suivants :

Rostre court, droit, épais. Antennes antémédianes ou subapicales; scape antennaire dépassant le bord antérieur de l'œil. Prothorax à bord antéro-latéral droit, sans lobe oculaire, sans frange de poils longue et distincte à la marge latérale antérieure. Scrobes foveiformes, dorsaux ou subdorsaux, visibles de dessus, ouverts ou fermés en avant, souvent bordés d'une saillie (pterygies).

Cette sous-famille comprend six tribus parmi lesquelles les *Otiorrhynchini* caractérisés comme suit :

Ongles libres, yeux latéraux, rarement subdorsaux, ovalaires, parfois nuls. Scrobes rectilignes, visibles en avant (vus de dessus), s'effaçant en arrière. Antennes subapicales; scape plus ou moins claviforme, souvent arqué. Rostre échancré ou non au sommet. Protibias plus ou moins courbé, mucronés à l'apex. Fémurs épaissis, inermes ou dentés; corbeille tarsale ouverte. Ecusson très petit ou nul. Aptère.

Les *Otiorrhynchini*, dans notre faune française, comportent trois genres pouvant être séparés de la manière suivante :

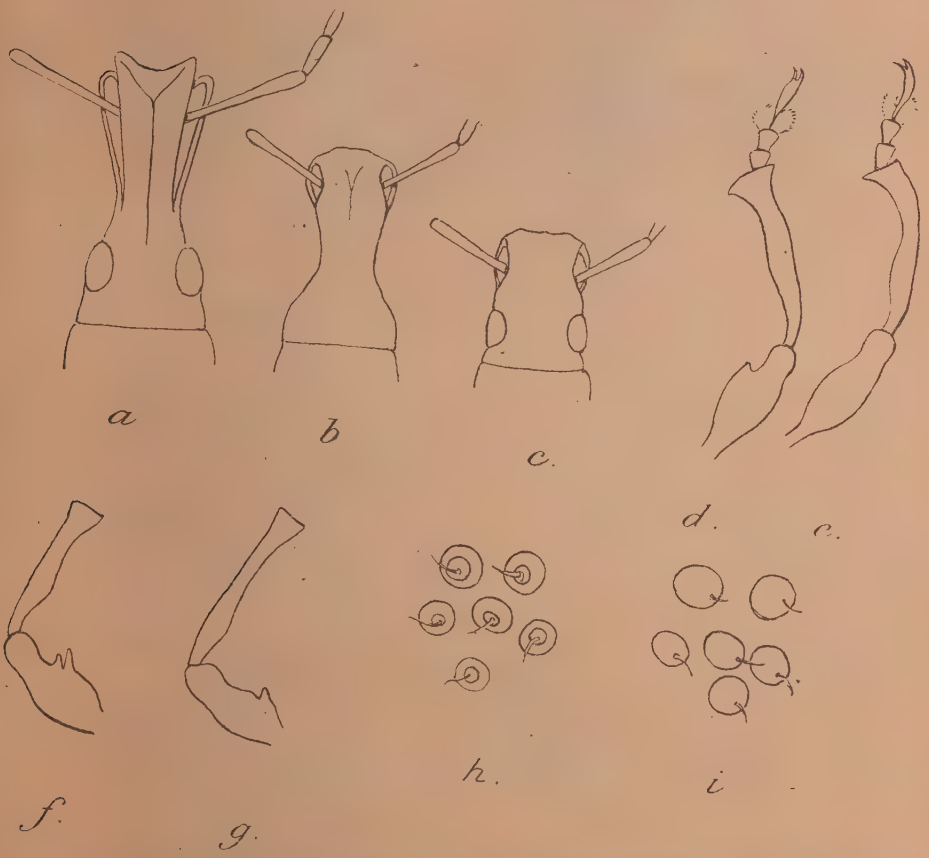
1. Rostre au moins aussi long que la tête, resserré entre la base et les ptérygies qui sont bien développées et dilatées extérieurement 2

Rostre plus court, épais, parallèle, à ptérygies non dilatées; scrobes

grands, atteignant les yeux. Funicule à 2e article plus court que le premier..... *Stomodes.*

2. Sommet du rostre non échancré. Yeux nuls ou rudimentaires.... *Troglorrhynchus.*

— Sommet du rostre échancré. Rostre ordinairement caréné longitudinalement. Yeux bien développés..... *Otiorrhynchus.*



Pl. 1. — Fig. *a*, tête et rostre chez un *Otiorrhynchus*; *b*. *Idem* chez un *Troglorrhynchus*; *c*. Chez un *Stomodes*; *d*. Patte antérieure d'un *Arammichnus*; *e*. D'un *Otiorrhynchus* s. st.; *f*. D'un *Tourniera*; *g*. D'un *Dorymerus*; *h*. Squamules prothoraciques chez *O. impressirentris veterator*; *i*. Chez *O. singularis*.

III. Les genres *Troglorrhynchus* et *Stomodes*.

Le genre *Troglorrhynchus* Schmidt, 1856, compte une vingtaine d'espèces disséminées dans la région circa-méditerranéenne, en Algérie, en Espagne, en Italie, en Corse et au Caucase. Elles sont endogées (accidentellement cavernicoles). Leurs mœurs sont à peu près inconnues; quelques-unes semblent vivre des racines de graminées sauvages. Elles ne présentent donc aucune importance agricole.

Le genre *Stomodes* Schönherr, 1826, renferme une dizaine d'espèces paléarctiques. Une seule : *S. gyrosicollis* Boh. se trouve en France, accidentellement importée, lors de

la guerre 1870-1871, avec des fourrages allemands, provenant de Silésie. C'est un insecte noir oblong, mesurant 2,5 à 3,7 mm. de longueur, caractérisé par une sculpture prothoracique forte et serrée, se présentant sous forme de strioles longitudinales.

Cette espèce est restée étroitement localisée à l'ouest de Paris, dans un triangle comprenant la région du Mont-Valérien, Rueil-Malmaison et le hameau de Buzenval. Encore assez abondante en 1920, elle tend à disparaître pour des causes diverses (lotissements, abandon des cultures de légumineuses fourragères); la larve, vivant, ainsi que nous l'avons signalé (A. Hoffmann, 1922), aux dépens des racines de Trèfle et de Luzerne. La ponte a lieu en avril-mai, au collet de la plante; la métamorphose s'accomplit en août-début de septembre, dans le sol. L'adulte hiverne; il est crépusculaire et nocturne et se nourrit du feuillage de Papilionacées cultivées et spontanées, notamment *Medicago sativa* L. *Trifolium pratense* L., *incarnatum* L. et *repens* L.[1].

Le mâle très rare, se rencontre dans la proportion de 1 pour 300 femelles.

IV. Le genre *Otiorrhynchus*. — Généralités.

Le genre *Otiorrhynchus*, décrit par Germar, en 1824, est primé par *Brachyrrhinus* Latreille, 1802, mais la priorité de ce dernier nom n'a pas eu raison de l'usage universel consacré à celui d'*Otiorrhynchus* resté *nomen conservandum*.

Ce groupe, très homogène, difficile à étudier, renferme plus de 800 espèces réparties dans la région paléarctique. Elles se rencontrent depuis les parties les plus occidentales de l'Europe jusqu'en Sibérie, dans le pourtour méditerranéen et l'Atlas marocain Aucune d'elles n'habite les régions exotiques et celles qui se trouvent en Amérique du Nord y ont été importées (W. Blatchley et C. Leng, 1922).

La faune française compte environ 80 espèces d'*Otiorrhynchus* dont une dizaine doivent être considérées comme particulièrement nuisibles aux cultures.

Dans cet immense genre, plusieurs auteurs, notamment Stierlin, Reitter et Seidlitz ont créé de nombreuses subdivisions dont la plupart restent assez mal définies et en somme, peu satisfaisantes. Plusieurs de ces groupes ont des caractères se chevauchant, que nous considérons comme spécifiques et non subgénériques[2].

Ethologie générale. — L'éthologie de ces Charançons est peu variable dans la généralité. sauf en quelques points de détails (abondance et durée des pontes, époque et longueur du temps de la nymphose, etc.).

Les *Otiorrhynchus* adultes sont essentiellement nocturnes et ceux que l'on trouve errants pendant le jour sont des individus n'ayant pu regagner à temps, leurs refuges diurnes habituels, sous les pierres, les plantes basses ou dans le sol, à faible profondeur,

Les adultes sont aptères et leurs élytres sont soudés; ils se déplacent lentement, leur vie est assez sédentaire. De nombreux cas d'hybridation sont connus (Simon, Stierlin Uyttenboogart, etc.). Il existe des races locales et géographiques, données à tort comme

[1] Un exemplaire de *S. gyrosicollis* aurait été trouvé récemment à Dijon (Côte-d'Or) par M. J. Barbier (*L'Entomologiste*, 1946 n° 6, p. 235).

[2] Reitter (*Wien. ent. Zeitschr.* 31, 1912; 32, 1913) a créé 29 groupes pour les *Otiorrhynchus* (sens. stricto), 44 pour les *Dorymerus*, 19 pour les *Arammichnus* et 20 pour les *Tourniera*. Dans les grands sous-genres considérés comme les plus stables et adoptés pour la séparation pratique des espèces surgissent même certaines difficultés. C'est ainsi que chez *O. vitellus* Gyll. la femelle possède la structure tibiale des *Arammichnus*, alors que les autres caractères se rapportent à ceux des *Otiorrhynchus* s. st.

Pl. 2. — Fig. A à F, dégâts d'*Otiorrhynchus;* A. De *O. cribricollis* Gyll., sur Olivier; B. De *O. sulcatus* F., sur Vigne; C. De *O. ligustici* L., sur Fraisier; D. Du même (larve), sur racine de Luzerne; E. De *O. lugdunensis* Boh., sur Lilas; F. De *O. veterator* Uytt., sur Poirier (feuilles et fruit).

de véritables espèces par certains auteurs, apportant une complication à la taxonomie de ces insectes déjà délicats à identifier.

Régime. — Les adultes et les larves sont exclusivement phytophages et pour la plupart polyphages. L'insecte parfait apparaît au printemps (mars-avril dans les régions méridionales, avril-mai dans les parties plus septentrionales). Il se nourrit pendant plusieurs semaines, puis s'accouple et pond; ces opérations s'accomplissent toujours la nuit.

Ponte. — La ponte est échelonnée sur plusieurs semaines et parfois plusieurs mois Dans ce dernier cas elle est plus abondante au printemps et devient de plus en plus espacée jusqu'à la fin de l'été. Le nombre d'œufs pondus est très variable selon les espèces, dépassant rarement 50 chez *clavipes, impressiventris, singularis,* etc., il atteint 250 à 300 chez *sulcatus* et peut s'élever à près de 700 chez *ligustici.* Les œufs sont arrondis, blancs, opalins, non accompagnés d'un agglutinant susceptible de les retenir fixés à un support quelconque. Ils sont déposés en terre, à quelques centimètres de profondeur; la femelle, à cet effet, exerce une forte pression sur le sol avec son pygidium avant que l'oviscapte rentre en action. Ils sont parfois pondus accidentellement lors des pérégrinations nocturnes de l'animal, sur les végétaux; ils tombent et peuvent évoluer normalement s'ils se trouvent dans des conditions convenables, ou pour le plus grand nombre, être la proie des fourmis ou autres prédateurs. L'incubation dure 8 à 15 jours.

Larve. — La larve est apode, ses segments abdominaux sont dépourvus d'aires intersegmentaires dorsaux et ventraux, le corps est d'un blanc jaunâtre, courbé en arc, la tête rousse ou d'un brun-rougeâtre, ellipsoïde; les antennes biarticulées. L'épistome étroit, déprimé en avant; le labre arrondi antérieurement, le labium scutelliforme subéchancré; les palpes labiaux à deux articles, le premier très court; les mandibules triangulaires bidentés au sommet, obtusément anguleuses vers la partie moyenne du bord interne; les maxilles testacées, falciformes; les palpes maxillaires à deux articles subégaux. Segments prothoraciques et abdominaux munis respectivement d'une rangée de soies brunes, dressées, placée transversalement. Anus quadrilobé (A. Hoffmann 1931).

Dès sa naissance, elle se dirige vers les racines devant la nourrir. Sa polyphagie est extrême et la conduit à rechercher les végétaux les plus divers, souvent très différents de ceux qui nourrissent l'adulte. Essentiellement terricole et rhizophage, elle ronge et entame plus ou moins profondément la partie corticale des racines sans y creuser de galeries distinctes. Ces attaques, cependant, altèrent gravement le végétal et peuvent le faire périr. La vie larvaire est longue, on peut l'évaluer à 8 ou 10 mois.

Nymphose. — La nymphose se fait à la fin de l'hiver (février-mars), dans une coque de terre agglutinée, à parois internes lisses, elle dure environ de 20 à 35 jours.

L'imago. — L'imago peut rester plusieurs semaines dans la loge nymphale si certains facteurs défavorables s'opposent à sa sortie immédiate; le froid, la trop grande sécheresse coïncidant avec la dureté du sol peuvent être des causes probables à cet état de chose.

La vie imaginale est ordinairement de 40 à 90 jours (*ligustici, raucus, sulcatus, veterator, clavipes*). Cependant certains individus peuvent hiverner, en faible nombre par rapport aux éclosions normales; ils sont décimés assez souvent par des Champignons entomophytes tels que *Beauvaria* (*Isaria*) *densa.* Les survivants se reconnaissent, au

printemps, de ceux nouvellement éclos, à leur aspect usé. Nous avons observé qu'ils sont dépourvus de la faculté de reproduction, bien qu'ils ne périssent que dans le cours de l'été, en même temps que ceux de l'année; ce qui porte leur longévité à 13 ou 15 mois.

Dégâts de l'adulte. — La nature de ses dégâts, ainsi que nous l'avons déjà fait observer, est variable; tantôt caractérisée par des encoches régulières, formant une sorte de feston sur le pourtour des feuilles (*clavipes, meridionalis, rugosostriatus,* etc.) tantôt par de larges mangeures du limbe, dévoré irrégulièrement jusqu'aux nervures, à la manière des Phyllobes, des Péritèles ou des Chenilles (*ligustici, raucus,* etc.). Plusieurs espèces attaquent les pousses des jeunes greffes et plus tard, les jeunes fruits sont rongés au moins partiellement (*impressiventris-veterator*).

Parasites et prédateurs naturels. — L'adulte, au cours de la belle saison, est fréquemment la proie d'Hyménoptères prédateurs très actifs du groupe *Philantinae : Cerceris Ferrari* Lind, *C. arenariae* L. et *C. tuberculata* (Will) Klug [1]. Un Diptère-Tachinaire : *Compsilura concinnata* Meig, vit aux dépens de la larve de *O. veterator* (R. Duprez, *in litt.*).

Parthénogénèse. — La reproduction chez de nombreuses espèces est soumise à la Parthénogénèse. Ce phénomène déjà connu chez d'autres Curculionides (*Trachyphloeus*) [2] s'observe sous trois formes distinctes :

a. Une espèce, normalement bisexuée, vivant dans une région déterminée (le plus souvent montagneuse et d'altitude élevée), peut n'être plus représentée, dans la Plaine que par des femelles (Spanandrie géographique);

b. Une espèce bisexuée, vivant indifféremment dans n'importe quelle région, peut, lors d'une éclosion massive, donner subitement naissance uniquement à des femelles et l'année suivante reprendre sa sexualité normale (spanandrie cyclique irrégulière);

c. Il existe des espèces dont le mâle est resté inconnu (Parthénogénèse thélytoque).

Les femelles parthénogénétiques sont d'une taille supérieure à celles des femelles normales; leurs œufs sont plus gros et plus nombreux (Vandel, 1932). La parthénogénèse peut modifier sensiblement les caractères sexuels secondaires, notamment dans la spanandrie géographique, établissant des différences qui ont incité certains entomologistes à des créations spécifiques [3].

Chez certains groupes, comme celui du *Clavipes* Bonsd, par exemple, les femelles (non parthénogénétiques) sont à peu près indéterminables. Et les meilleurs auteurs dans leurs diagnoses ou leurs tableaux analytiques, ne mentionnent que les caractères des mâles. L'absence de points séparatifs féminins pourrait faire songer à l'hypothèse émise autrefois par Villeneuve de Janti selon laquelle il existerait, par un jeu hétérochromosique, plusieurs formes mâles, dans une espèce donnée (Polyandrie). Le cas des *O. clavipes* Bonsd., *fuscipes* Ol. et *Lugdunensis* Boh. est suggestif, à cet égard. Toutefois, ce phénomène n'étant pas démontré, nous pensons plutôt que le polymorphisme en cause pourrait être d'origine écologique. Chez les trois prétendues espèces sus-désignées, la séparation des mâles tirée de la conformation antennaire et du segment anal, se modifie et se con-

[1] Ces Insectes attaquent d'autres Charançons (*Cleonus, Hypera,* etc.), qu'ils enfouissent après les avoir paralysés et avoir déposé leur ponte sur leurs corps, afin d'assurer à leurs futures larves, une nourriture vivante.

[2] A. Hoffmann, Livre du Centenaire de la Société Ent. Fr., 1932.

[3] C'est le cas pour *O. veterator,* Uyttenboogaart, séparé du *Singularis* L. comme espèce propre, que nous considérons comme une forme spanandrique de *impressiventris* Faibm.

fond dans les zones d'interpénétration où elles se rencontrent. Dès lors on pourrait croire que ce résultat provient de l'hybridation observée par ailleurs pour plusieurs autres espèces; ici, la constance, répétons-le, des caractères de la femelle, et la parfaite identité de l'appareil copulateur masculin, s'opposent à cette conclusion.

Nous sommes plus exactement en présence d'une seule et même forme spécifique : *Clavipes,* ne restant bien typique [1] que dans les régions subalpines et collinaires, produisant deux races, l'une (*fuscipes*) nettement caractérisée en haute altitude et l'autre (*lugdunensis*) répandue dans toute la région silvatique inférieure.

V. Division des sous-genres. Séparation pratique des *Otiorrhynchus* agricoles.

Le genre *Otiorrhynchus* Germar, se subdivise en cinq grands sous-genres. Les espèces nuisibles que l'on rencontre dans les limites de notre territoire, appartenant à la plupart de ces groupes, il est indispensable, dans un but pratique de détermination de ces insectes, d'exposer le tableau subgénérique suivant :

1. Protibias non ou faiblement élargis en dedans au sommet, l'angle apical externe droit ou arrondi en dedans..... 2
– Protibias élargis en dedans et en dehors, le bord apical externe ni droit ni incurvé en dedans..... *Arammichnus* Gozis

2. Elytres portant dix stries..... 3
– Elytres ayant douze stries..... *Dodecastichus* [2].

3. Fémurs inermes..... *Otiorrhynchus* s. st.
– Fémurs, au moins les antérieurs et les postérieurs, dentés... 4

4. Dent fémorale simple aux profémurs. Rostre ordinairement plus long que large..... *Dorymerus* Seidl.
– Dent des profémurs crénelée ou granulée sur la face postérieure ou la dent bifide ou encore tuberculée en arrière. Rostre plus long que large..... *Tourniera* Stierl.

Les caractères essentiels des espèces agricoles, figurent dans les tableaux suivants, dans l'ordre des quatre groupes auxquels elles appartiennent respectivement.

Sous-genre *Otiorrhynchus* (sens. strict.).

1. Elytres (vus de profil) sans crins à demi-dressés..... 2
– Elytres garnis de crins dressés et fortement granuleux; les granules perforés au sommet. Rostre fortement sillonné au milieu. Long. : 4,5-5 mm..... *rugosostriatus* [3].

[1] *Clavipes* est pris, ici, comme forme typique, dans le sens artificiel que lui confère la priorité de sa description; l'habitat de *fuscipes,* impliquerait géologiquement, une ancienneté plus grande dans l'ordre du peuplement.
[2] Le sous genre *Dodecastichus* Stierlin est étranger à la faune française.
[3] L'Otiorrhynque rugueux.

2. Elytres à pubescence nulle ou légère, ne masquant pas les téguments qui sont noirs un peu luisants..... 3

– Elytres tapissés de squamules piliformes d'un gris-fauve, masquant les téguments bruns et mats ; stries élytrales pourvues de gros points plus profonds en avant. Prothorax finement caréné sur sa ligne médiane. Long. : 6,5-8 mm..... *raucus.*

3. Insecte portant à l'état frais, de nombreuses petites taches de pubescence jaunâtre en arrière et sur les côtés, mais sans poils fins, couchés et répartis uniformément sur les élytres. Antennes longues et fines. Long. : 10-13 mm..... *clavipes-lugdunensis.*

– Insecte sans tache de pubescence, mais à élytres garnis de petits poils fins couchés grisâtres, répartis régulièrement. Antennes plus courtes, plus épaisses. Long. : 7-10 mm..... *meridionalis.*

Sous-genre *Arammichnus* Des Gozis.

1. Prothorax couvert de gros points pupillés et sétigères. Elytres ayant une série de soies soulevées sur chaque interstrie. Profémurs inermes, yeux dorsaux (entièrement visibles en dessus). Téguments d'un brun-châtain, luisant. Long. : 7,5-8 mm..... *cribricollis* [1].

– Prothorax couvert de gros granules, écrasés. Elytres sans soies soulevées. Profémurs dentés. Yeux nettement latéraux. Téguments foncés mats, masqués par une squamosité grisâtre. Long. : 10-12 mm..... *ligustici* [2].

Sous-genre *Dorymerus* Seidlitz.

1. Elytres revêtus de squamules arrondies. Prothorax granulé. Fémurs à dent assez faible..... 2

– Elytres sans squamules, paraissant dénudés fortement sculptés, déprimés, parsemés de quelques petites taches grises ou dorées. Fémurs fortement dentés. Prothorax fortement granulé. Long. : 9-10 mm..... *sulcatus* [3].

2. Prothorax à granules largement ombiliqués dans leur centre. Interstries non ou faiblement granulés. Segment anal simple chez la femelle..... 3

– Prothorax à granules non ombiliqués, portant un point

[1] L'Otiorrhynque de l'Olivier.
[2] L'Otiorrhynque de la Livèche.
[3] L'Otiorrhynque sillonné.

piligère sur leur face antéro ou postéro externe et visible par côté. Segment anal de la femelle fovéolé. Long. : 6,5-8 mm..... *singularis* [1].

3. Intervalle interoculaire plus étroit que la largeur du rostre au niveau de l'insertion des antennes. Derniers articles du fumicule antennaire ovoïdes. Abdomen à premier segment, chez la femelle, avec une impression unique. Long. : 5-6 mm..... *impressiventris.*

– Intervalle interoculaire un peu plus large que le rostre au niveau interantennaire. Derniers articles du funicule globuleux. Abdomen de la femelle, à premier segment bi-impressionné. Long. : 6,5-8 mm..... *impressiventris-veterator* [2].

Sous-genre *Tourniera* Stierhn.

Insecte noir, subdénudé, brillant. Arrière-corps en ovale court; prothorax grossièrement ridé-vermiculé. Profémurs avec une forte dent bifide. Long. : 4,5-5,5 mm..... *ovatus.*

VI. Synonymie, éthologie et distribution géographique des espèces d'*Otiorrhynchus* nuisibles.

1. *Otiorrhynchus* (s. st.) *clavipes* Bondsorff, 1785, *Hist. Cur. Suec.*, p. 40, fig. 36. — *Tenebricosus* auct (non Herbst). Subsp. *fuscipes* Olivier, 1808, *Ent.*, V, p. 43 et 372. Subsp. *hungaricus* Germar, 1824, *Ins. Sp.*, nov., p. 351. Subsp. *lugdunensis* Boheman, 1843, ap. Schonherr, *Gen. Curc.*, VII, p. 268.

Parmi les quatre formes sous lesquelles se présente l'espèce *clavipes*, seule, du fait de son habitat, la race *lugdunensis* nous intéresse du point de vue agricole, les autres, cantonnées dans les régions montagneuses, se nourrissent d'arbrisseaux sauvages : Troène, Laurier-tin, Aulne, Noisetier, etc.

Toutefois, il apparaît nécessaire, au moins succinctement, de faire connaître les différences susceptibles de les distinguer. Ces différences, comme nous l'avons dit précédemment, ne peuvent s'appliquer qu'aux mâles.

a. *Forme typique.* — Elytres à peine pubescents, sans taches sur les côtés et vers le sommet. Articles 6-7 du funicule antennaire deux fois aussi longs que larges. Interstries subconvexes ou convexes. Segment anal avec 15-20 stries dont 4-8 très fortes au milieu, les autres plus fines vers les bords.

Disséminée dans les parties montagneuses ou collinaires des régions suivantes : Vosges, Alsace, Meuse, Ardennes, Marne, Haute-Marne, Jura, Doubs, Alpes de Savoie et du Dauphiné.

Suisse, Allemagne, Suède, Angleterre.

b. Race *lugdunensis.* — Très semblable à la forme typique. Elytres avec de petites

[1] L'Otiorrhynque singulier.
[2] L'Otiorrhynque des fruits.

taches grisâtres ou dorées sur les bords latéraux et en arrière. Articles 6-7 du funicule plus de deux fois aussi longs que larges. Interstries élytraux plans. Segment anal avec 8-10 stries uniformes.

Répandue et commune dans toute la France ; régions des plaines et de faible altitude.

c. Race *hungaricus*. — Elytres à pubescence dense, formant de nombreuses taches jaunâtres. Antennes conformées comme celles de *lugdunensis*. Segment anal finement strié et impressionné au sommet. Corbeilles tarsales marginées de soies jaunes ou rouges [1].

Localisée dans les Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes.
Hongrie, Roumanie.

d. Race *fuscipes*. — Distincte des précédentes par ses élytres plus glabres, ses antennes plus courtes, les articles 6-7 du funicule non ou à peine plus longs que larges ; le segment anal déprimé, régulièrement multistrié.

Habite les massifs montagneux de 1.000 à 2.500 mètres d'altitude : Savoie, Dauphiné, Massif-Central, Vosges.
Italie, Allemagne, Suisse.

Toutes ces races ont le corps noir, oblong, les pattes rouges ou ferrugineuses, les genoux et les tarses noirs.

Lugdunensis vit surtout sur les Oléacées, notamment sur le Troène et le Lilas, mais il s'attaque à d'autres végétaux appartenant à diverses familles. L'adulte découpe régulièrement le bord des feuilles, ses dégâts ne sont pas bien graves et nuisent surtout à l'esthétique du feuillage ainsi transformé. La larve en revanche est dangereuse dans les pépinières où elle ronge les racines des plantes. Elle s'est montrée particulièrement nuisible à Vitry (Seine) où des cultures de Lilas, destinées au forçage ont été anéanties. Nous l'avons observée, en outre, attaquant les racines d'Aucuba, Laurier-tin, Boule de Neige (*Viburnum opulus*), Erables divers, Sumac des Corroyeurs, Wegelia, Vigne.

L'imago apparaît en mai-juin ; les premières pontes ont lieu vers la mi-mai et se prolongent jusqu'en juillet. La ponte totale comporte 32 à 55 œufs ; elle est fractionnée et échelonnée en dépôts d'environ 8 à 12 œufs, groupés et enfouis dans le sol à 1-1,5 cm de profondeur. L'adulte disparaît au début de l'automne.

2. *Otiorrhynchus* (s. st.) *meridionalis* Gyllenhal, 1834, in Schonherr, *Gen. Curc.*, II, p. 371. — *Olae* Stierlin, 1861, *Berliner Ent. Zeit.*, p. 60. — *Peyrissaci* Stierl, 1886, *Schweizer ent. Gesel.*, VII, p. 282. — *Subvestivus* Reitter, 1913, *Wien Ent. Zeit*, p. 44. — *V. corticalis* Lucas, 1849, *Exp. alg.*, p. 44.

Corps ovale, oblong, noir, d'aspect glabre, mais couvert dorsalement d'une fine pubescence grise, assez dense, uniformément répartie ; les pattes brunes, parfois les fémurs et les tibias (les genoux noirs exceptés) rougeâtres, les tarses noirs. L'adulte apparaît un peu plus tôt que celui de *lugdunensis*, ordinairement vers la mi-avril. Toutefois la ponte est plus tardive, ne débutant que vers les premiers jours de juin ; elle

[1] Ces soies sont noires ou brunes chez les trois autres formes.

comporte environ une cinquantaine d'œufs dont les derniers sont pondus vers la fin de juillet.

Dans le Nord, l'espèce attaque le Lilas, le Troène, le Chèvrefeuille; dans le Midi, l'Olivier. Les dégâts de l'adulte sont analogues à ceux du précédent. La larve s'est montrée très nuisible aux cultures de jasmin, dans la région de Grasse (Alpes-Maritimes) en 1940 (HOFFMANN).

Répandu dans tout le Midi, le Centre, la région parisienne[1]. Nul dans le Nord et les départements de l'Est.

Espagne, Nord de l'Afrique.

La *v. corticalis* est une race de grande taille (9,5-11 mm.), à forte sculpture. Spéciale à l'Algérie.

---

3. *Otiorrhynchus* (s. st.) *rugosostriatus* GOEZE, 1777, *Beytr.*, p. 395. — *Rugossimus* VILLERS, 1789, *Ent. Linn.*, I, p. 207. — *Corrugatus* GMELIN in LINNE, *Syst. Nat. ed.*, XIII, 1790, p. 1778. — *Scabrosus* MARSHAM, 1802, *Ent. Brit.*, p. 298.

Cette espèce pourrait se confondre avec *sulcatus*, mais ses fémurs sont inermes, son corps suboblong, plus court, plus petit, ses yeux plus plats, ses élytres sans taches de pubescence.

L'adulte est nuisible aux rosiers cultivés et spontanés, Framboisiers, Ronces, Fraisiers, Aubépine, Aucuba, Lilas, Troènes, Symphorine, Laurier-tin, Fusain du Japon, etc. (Non signalé sur les arbres fruitiers.) Les feuilles sont découpées régulièrement sur leur pourtour.

La larve que nous avons décrite en 1931, s'introduit souvent dans les composts où sont cultivées des plantes de serre; elle provoque d'importants dégâts aux *Cyclamen persicum* MILL, *Primula obconica* HANS (Hardouin), *Hydrangea* et *Azalea* divers (A. HOFFMANN, 1931). Elle vit normalement sur les racines de nombreux végétaux (*Rumex, Trifolium, Dactylis*). La ponte a lieu de mai à juillet; l'incubation dure 15 à 18 jours, la nymphose 12 à 15 jours. La transformation imaginale se produit de mai à juin de l'année suivante.

L'espèce est soumise à la Parthénogénèse (spanandrie géographique). Le mâle se rencontre seulement dans les massifs montagneux (Alpes, Auvergne, Pyrénées).

Toute la France : commun.

Europe centrale, nord de l'Afrique.

4. *Otiorrhynchus* (s. st.) *raucus* F., 1776, *Gen. Ins. Mant.*, p. 226. — *Arenarius* HERBST, 1874, *Arch. Ins. Gesh.*, IV, p. 82. — *Tritis* F., 1775, *Syst. ent.*, p. 149. — *Fulvus* F., *Mant.*, I, 1787, p. 113.

Corps ovale, court, gris-brun mat, couvert de squamules piliformes serrées; les élytres à interstrie sutural relevé en arrière; les fémurs inermes.

[1] Introduit dans les environs de Paris depuis une trentaine d'années; aujourd'hui assez abondant, notamment en Seine et Seine-et-Oise.

Apparaît vers la fin d'avril, souvent en nombre considérable. Attaque les plantes basses : Fraisier, Pivoine, Saxifrage, Delphinium. Très nuisible parfois à la Rhubarbe cultivée (Hoffmann, 1923). S'observe rarement sur les arbres fruitiers. L'adulte dévore les feuilles et les bourgeons à la manière des Chenilles.

Cette espèce est soumise à la Spanandrie cyclique irrégulière.

Presque toute la France, sauf dans le Midi et le Sud-Ouest.
Europe boréale et moyenne.

---

5. *Otiorrhynchus* (*Arammichnus*) *ligustici* L., 1767, *Syst. Nat.*, II, p. 615. — *Collaris* F., 1793, *Ent. syst.*, II, p. 540. — *Brucki* Bach, 1854, *Kaf.*, II, p. 236. — *Agnathus* Gyll, 1834, in Schonherr., *Gen. Curc.*, II, p. 592. — *Subrotundatus* Stierl., 1875, *Deutsch. ent. Zeit*, p. 314. — *Lederei* Stierl., 1883, *Best. Tabel.*, p. 131. — *V. muticus* Solari, 1932, *Mem. soc. ent. ital.*, X, p. 174. — *V. brachypterus* Solari, *l. c.*, p. 173.

Ovale, convexe, robuste, gris mat, couvert de squamules arrondies, serrées ; prothorax à gros granules écrasés. Fémurs dentés.

L'adulte éclot en avril-mai, il dévore avidement le feuillage d'un grand nombre de végétaux : Pois cultivé, Fèves, Fraisiers, Oseille, etc. (Hoffmann, 1942) ; très nuisible à la Betterave (Rambousek) et à la Vigne, en Côte-d'Or (Danguy). Les attaques sur la Vigne sont cependant assez rarement signalées. Observé en quantité prodigieuse, en mai-juin 1908 à Vrigny (Marne), anéantissant toutes les luzernières sans toucher aux Vignes avoisinantes (P. Hecart)[1]. N'attaque pas les arbres fruitiers.

La larve vit surtout aux dépens des racines de Légumineuses fourragères (Luzerne, Trèfle, Sainfoin) qu'elle fait périr entièrement lors d'attaques massives.

La ponte très importante, comprend de 550 à 680 œufs qui sont déposés dans le sol, à partir du mois de mai jusqu'en juillet à raison de 30 à 50 environ à la fois et groupés sur une faible surface. Le mâle est inconnu[2] (Parthénogénèse télytoque). Le mode de reproduction de cette espèce a été étudié par Grandi, 1913, Washiew, 1909.

Plaines et montagnes jusqu'à 2.000 mètres d'altitude. Presque toute la France ; très commun par places. Paraît absent ou extrêmement rare dans le Bordelais.

Europe centrale et septentrionale, Caucase, Asie-Mineure.

---

6. *Otiorrhynchus* (*Arammichnus*) *cribricollis* Gyll, 1834, in Schonh, *Gen. curc.*, II, p. 582. — *Terrestris* Marseul, 1872, *L'Aveille*, p. 385. — *V. recticollis* Boh., 1843, ap. Schonh. *Gen. Curc.*, VII, p. 307.

Oblong, brun dénudé ; prothorax grossièrement ponctué ; élytres fortement ponctués-striés avec une série de soies soulevées sur chaque interstrie. Profémurs mutiques (voir Tableau des espèces).

(1) En 1942, à Fontenay-aux-Roses, près de Paris, nous avons pu prélever 3 litres de ces insectes sur environ 100 mètres carrés de culture potagère anéantie, chaque litre en contenait environ 2.250. Des fuseaux de poirier ainsi que des groseilliers se trouvant dans ladite culture étaient indemnes de toute attaque.

(2) F. Solari (*Mem. Soc. Ent. Ital.* 1932, p. 170), prétend avoir vu un individu mâle dans la collection Stierlin, provenant de Transylvanie.

L'adulte se rencontre d'avril à octobre; il est signalé comme ayant fait de gros dégâts en Provence, sur Amandier et Pécher (Balachowsky); il est surtout nuisible aux Oliviers, notamment en Algérie et en Tunisie, dépouillant parfois entièrement ces arbres de leurs feuilles (Delassus, Balachowsky, Lepigre). S'attaque assez rarement à la Vigne. La larve vit dans la région méditerranéenne, des racines de *Artemisia gallica* Willd. et sans doute d'autres plantes à rechercher.

Espèce soumise à la spannandrie cyclique irrégulière (Wassiliew, Grandi).

Assez commun sur toute la Côte méditerranéenne. Très rare ailleurs. Çà et là dans le Centre, le Nord et l'Est, Côte-d'Or, Seine-et-Marne, Isère, Corse.

Europe méridionale, Suisse, Algérie, Espagne. Importé en Australie (Koelbe).

7. *Otiorrhynchus* (*Dorymerus*) *sulcatus* F., 1775, *Syst. Ent.*, p. 155.

Oblong, dénudé, noir ou brun, fortement sculpté; prothorax grossièrement granulé; élytres portant de petites taches grises ou dorées; fémurs fortement dentés.

L'adulte commet des dégâts sur le Fraisier, le Framboisier, mais surtout sur la Vigne dont il ronge les bourgeons et dévore les feuilles, entamant ces dernières en larges mangeures irrégulières. La larve, très polyphage, attaque les racines de la Vigne et de nombreuses plantes ornementales : Pivoine, Aster, Phlox; elle s'introduit parfois dans les serres où elle exerce ses déprédations sur Cyclamen, Cinéraire, Primula, Begonia, etc.; nous l'avons observée, dans les environs de Paris, s'attaquant au Céleri et aux Courges.

La biologie de cette espèce a fait l'objet de nombreux mémoires français et étrangers. La larve a été étudiée par Bouche, 1832, Urban, 1924; les métamorphoses par Westwood, 1837; l'éthologie par Feytaud, 1916, 1918 [1], Thien, 1921, Balachowsky et Mesnil, 1936, etc.

La ponte s'échelonne de juin à septembre, elle comprend 70 à 300 œufs. L'œuf éclot au bout de 25 à 30 jours. La nymphose a lieu au printemps, elle dure une vingtaine de jours; la transformation s'effectue du 15 avril au 15 mai, selon les climats.

L'insecte est soumis à la Spanandrie géographique, le mâle est extrêmement rare; d'après Reitter, son segment anal serait légèrement foveolé-striolé.

Toute la France (sauf en Corse), plus commun à partir du sud de la Loire.

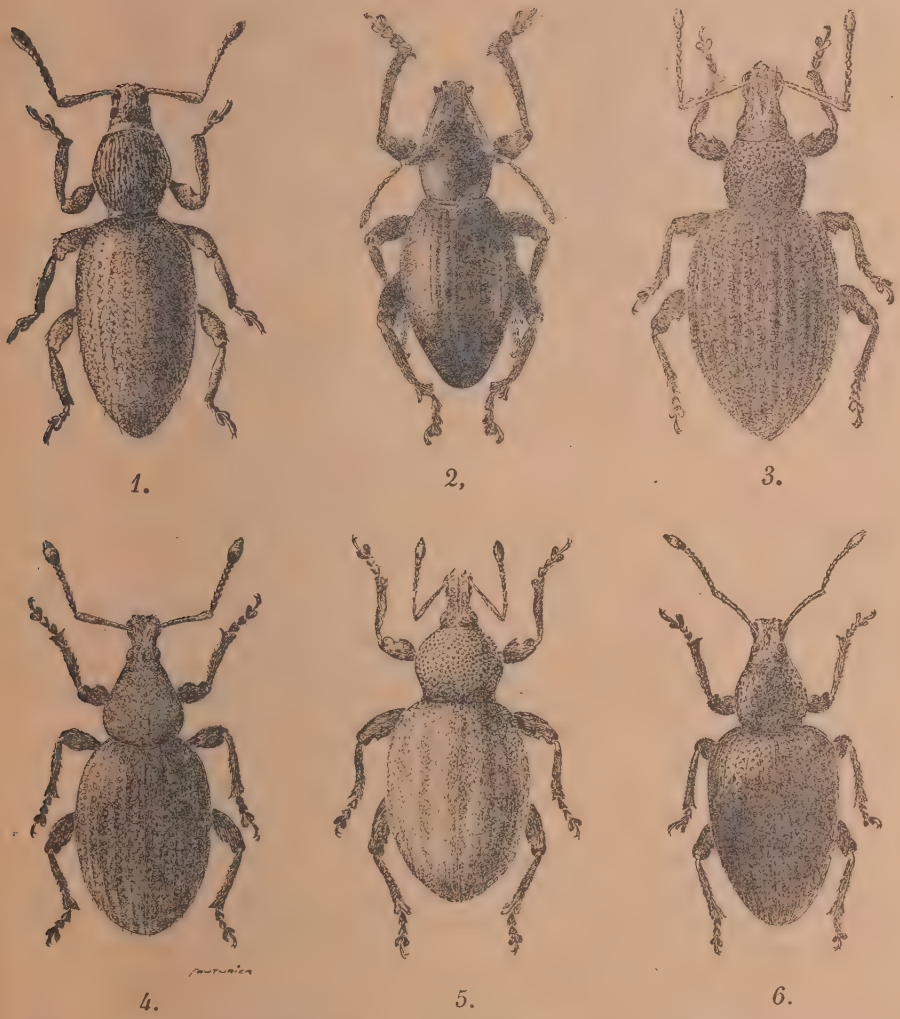
Europe, Afrique du Nord, Australie, Nouvelle-Zélande, nord de l'Amérique.

8. *Otiorrhynchus* (*Dorymerus*) *impressiventris-veterator* Uytteb., 1932, *Tijdschrift Ent.*, LXXX, p. 262, A. Hoffmann, 1933, *Bull. Soc. ent. fr.*, p. 23, 40 fig., Guilleaume, 1933, *Bull. Soc. Ent. Belg.*, 1933, p. 81.

La forme typique (*impressiventris*) a été décrite par Fairmaire, 1859, *Ann. Soc. Ent. fr.*, p. 60. Elle se trouve dans les régions montagneuses de toutes les Pyrénées, l'Aude, l'Ariège, le Vaucluse (Mont Ventoux), le Puy-de-Dôme, Mont-Dore, Puy-Pariou. Elle donne lieu à la forme *veterator*, grande race géographique de la région des plaines ne

[1] *Feytaud* signale des ramassages d'adultes, dans les Vignobles à Saint-Pierre d'Oléron en 1914, s'élevant à 98 kilogrammes par mois; ce qui représente 1 million et demi d'insectes.

comportant que des femelles (spanandrie géographique); *veterator* confondu longtemps avec *singularis*, a été séparé par Uyttenboogaart comme espèce propre. Les caractères permettant de le différencier de *singularis* et de l'*impressiventris* typique sont exposés au tableau des *Dorymerus*.



Pl. 3. — 1. *Stomodes gyrosicollis* Boh. — 2. *Otiorrhynchus clavipes*, race *lugdunensis* Boh. — 3. *Otiorrhynchus sulcatus* F. — 4. *Otiorrhynchus impressiventris*, race *veterator* Uyt. — 5. *Otiorrhynchus ligustici* L. — 6. *Otiorrhynchus cribricollis* Gill.

C'est un insecte oblong, brun-rougeâtre, couvert de squamules rondes, grisâtres, un peu métalliques, formant quelques vagues taches plus foncées, éparses sur les élytres; le prothorax porte des granules ombiliqués sur leur milieu, formant une sorte de petit cratère dans le fond duquel est insérée une soie, les interstries élytraux sont munis d'une ligne de soies un peu relevées. Fémurs dentés.

L'adulte apparaît vers la fin d'avril; il est très polyphage et se montre particulièrement dangereux aux arbres fruitiers, notamment au Poirier dont il attaque même les jeunes fruits; nuisible à la Vigne dont il ronge les bourgeons; il vit aussi sur l'Aubépine et sur une foule de plantes basses : *Rumex acetosa* L., *Fragaria vesca* L., *Alliaria officinale* L., etc.

La larve ronge les racines des jeunes scions de prunier, pommier et poirier, dans les pépinières; elle est nuisible au Fraisier cultivé qu'elle ronge au collet (A. Hoffmann) [1].

La ponte comporte de 150-180 œufs qui sont pondus par fraction de mai à juillet. La nymphose a lieu en mars de l'année suivante. Certains adultes hivernent.

On peut considérer cette espèce comme étant d'origine atlantique, sa répartition géographique actuelle paraît le démontrer.

La race *veterator* habite plus particulièrement toute la région basse des plaineset des petites collines et devient rare dès l'altitude moyenne, ne paraissant s'y trouver qu'accidentellement et par infiltration. Au-dessus de 1.000 mètres, on ne trouve plus que *O. singularis.*

En France elle occupe toute la partie du Nord au Sud-Ouest à partir de la zone littorale jusqu'aux limites naturelles des régions montagneuses. C'est ainsi qu'au Nord-Est on ne la trouve pas dans les Hautes-Vosges, ni à l'Est dans le haut Jura, pas plus qu'au Sud-Est dans le Massif alpin. Au Sud, elle est arrêtée par les premiers contreforts des Pyrénées. Dans le Centre elle évite les Monts d'Auvergne et les parties élevées de la Chaîne des Cévennes. On la trouve, mais déjà plus rarement dans la vallée du Rhône jusqu'en Provence où elle semble avoir été introduite par l'accès naturel de la vallée rhodanienne vers le Nord ou par les régions basses du Languedoc.

Dans les Pays-Bas, elle ne se trouve pas au nord d'une ligne qui suit la crête des collines bordant le Rhin, ni encore plus au Nord, de son affluent l'Yssel. En Allemagne elle n'existe que dans les vallées du Rhin et de la Moselle. Elle se rencontre en Belgique et très rarement dans le sud de l'Angleterre d'où je n'en ai vu qu'un individu provenant du Cap Lizard (Col. Ste Cl. Deville).

---

9. *Otiorrhynchus* (*Dorymerus*) *singularis* L., 1767, *Syst. nat. ed.*, XII, p. 1066. — *Picipes* F. 1787, *nant.*, p. 229. — *Granulatus* Herbst, *Arch.*, V, p. 84. — *Marquardti* Fald., 1836, *B. Petersb.*, I, p. 179. — *Chevrolati* Gyll, 1943, in Schonh., *Cure Gen.*, VII, p. 338. — *Corniculatus* Reitter, 1913 [2], *Verh. nat. Brunn*, LII, p. 16.

Aspect du précédent; corps plus court, plus convexe; téguments noirs ou brun-foncé; prothorax (vu de dessus et perpendiculairement) à granules non visiblement ombiliqués, paraissant lisses ou parfois ombiliqués sur la face antéro-externe ou postéro-externe (non au milieu). Antennes plus épaisses; front plus étroit; yeux plus grands, moins saillants. Premier segment ventral à impression unique; métasternum faiblement impressionné (fortement chez *veterator*), segment anal avec une fossette arrondie (nulle ou pratiquement peu nette chez le précédent). Squamulation plus dense, masquant le fond des téguments.

[1] La plupart des dégâts incriminés à *singularis* sont commis par *veterator.*
[2] *Ot. corniculatus* Reitt., représente exactement le mâle de l'espèce.

Le mâle, assez rare [1], ne se rencontre que dans les régions élevées des Vosges, des Alpes, des Pyrénées et de l'Aude. Les spécimens de la région des plaines représentent des femelles parthénogénétiques.

Vit sur les Abietinées, le Hêtre, le Noisetier, l'Aulne. Cité autrefois par Fairmaire (1881) comme nuisible aux arbres fruitiers dans les serres de Saint-Pétersbourg, en Russie. En France, ses dégâts peuvent être considérés comme insignifiants.

Cette espèce bien moins prolifique que la précédente, ne pond qu'une cinquantaine d'œufs et plus fréquemment 25 à 30 [2].

D'origine eurosibérienne, sa répartition géographique est très étendue. Abondante dans la région montagneuse de toute la France, plus rare dans la Plaine, plus fréquente seulement à proximité des régions boisées.

Toute l'Europe : Angleterre, commun et nuisible (Dr Massee), Scandinavie, Russie, Sibérie.

---

10. *Otiorrhynchus* (*Tourniera*) *ovatus* L., 1758, *Syst. nat. ed.*, X, sp. 384. — *Rosae* de Geer, *Mém.*, V, 1775, p. 219. — *Pabulinus* Panz, 1857, *Fn. Germ.*, 1, VII, p. 19 (non (Stierl). — *Rufipes* Scop *carn.*, 1863, p. 32. — *Vorticosus* Gyll, 1834 in Schönh, II, p. 360. — *Globulipennis* Gyll, 1 c., p. 360.

Espèce bien reconnaissable à sa forme courte, sa sculpture prothoracique grossièrement ridée longitudinalement, sa dent profémorale très développée, subbifide.

L'adulte est parfois nuisible au Fraisier cultivé dont il dévore l'inflorescence et les jeunes fruits. Observé rongeant les fleurs d'*Helianthemum vulgare* Gaertn, en Gironde (Tempère). Indiqué par de Geer, dans les galles de *Rhodites rosae* L. et par Laboulbène dans les fruits de *Neottia nidus-avis* Rich.

La larve attaque les racines de *Diplotaxis tenuifolia* D. C., de *Reseda luteola* L., y creusant de profondes excavations; elle est très nuisible au Pois de senteur (*Lathyrus odoratus* L.) en juin-juillet, en Seine-et-Oise, Le Vésinet, Montléry (Hoffmann).

Un certain nombre de larves se métamorphose en mai de l'année suivante, alors que d'autres se transforment à l'automne (octobre-novembre); l'imago dans ce cas reste en diapause jusqu'au printemps [3].

Toute la France; plaines et collines; surtout dans les sols chauds bien exposés, siliceux ou calcaires; dans les dunes, etc.

Europe; Asie; Amérique du Nord (Le Conte [4]).

(*Reçu le 15 avril 1948.*)

BIBLIOGRAPHIE.

1928. Appelbeck, *Neue Beitrage Syst.* Insekt. IV.

1935. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les Insectes nuisibles aux Plantes cultivées.

[1] Les mâles chez la plupart des espèces du groupe *Dorymerus* ont le sommet du rostre plus ou moins bidenté, du fait du prolongement, en avant, de l'arête dorso-latérale de cet organe.

[2] Bellevoye indique 150 œufs, mais il s'agit vraisemblablement du *veterator* et ses observations doivent avoir été faites sur des femelles en fin de saison; les nombreuses dissections que nous avons faites confirment notre hypothèse.

[3] Ce comportement est jusqi'ici sans exemple chez les espèces dont la biologie est connue.

[4] Cité par cet auteur sous le nom erroné de *ligneus* (Rhynch. N. Americ, p. 61).

1884. Bargagli (P.). [*Boll. Soc. Ent.* It., p. 45.]

1916. Blatchley (W.) et Leng (C.). — Rhynch. of North Eastern America.

1832. Bouche. — Naturg. der Ins. Berlin, p. 202.

1775. De Geer. — Mem. V, p. 219.

1930. Delassus (M.), Balachowsky (A.), Lepigre (A.) et Brichet (Y.). — Les Ennemis des cultures fruitières en Algérie, Jourdan éd. Alger.

1871. Desbrochers. — *Mitt. Schweiz. Ent. Gesell.*

1942. Else (Jahn). — Uber Parthénogénèse bei fortchädlichen otiorrhynchusarten now. (*Zeitschrift für angewandte Entomologie,* p. 366-372, 1 carte.)

1878. Fauvel (A.). — Annuaire Ent., p. 106.

1916. Feytaud. — *Bull. Soc. d'Étude et de vulg. de Zool. agr. Bordeaux.*

1917. Feytaud. — *C. R. Acad. Sc.* II, p. 767.

1918. Feytaud. — *Ann. Épiphyties* V.

1824. Germar. — Ins. Sp. Nov., p. 343.

1873. Girard. — Traité d'Entom., t. I, p. 672.

1913. Grandi. — *Bull. Lab. Zool. Portici* VII, p. 93.

1931. Hardouin (R.). — *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 182.

1942. Hardouin (R.). — Le Peuplement du Rosier, p. 111-112.

1923. Hoffmann (A.). — Un insecte nuisible à la Rhubarbe. (*Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 233.)

1931. Hoffmann (A.). — Description de la larve d'*Otiorrhynchus rugosostriatus*. (*Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 183.)

1932. Hoffmann (A.). — Observations sur les *Otiorrhynchus* du groupe *singularis* L. et leur distribution géographique en France. (*Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 23-30, fig.)

1942. Hoffmann (A.). — Cahiers de Pathologie végét. et Ent. agr. (1943), p. 8-9.

1923. Hustache (A.). — Curculionidae gallo-rhén. (*Ann. Soc. ent. Fr.*

1872. Kaltebach. — Die Pflanz. der Insect. Stuttgart.

1892. Koelbe. — *Bull. Dep. Agr. Ent.* XXI, p. 12.

1859. Laboulbène. — *Ann. Soc. Ent. Fr.*, p. 47.

1802. Latreille. — Hist. Nat. Crust. et Ins. III, p. 200.

1856. Letzner (J. B.). — *Schles. ges.* LIII, p. 178.

1872. Marseul. — L'Abeille.

1947. Masser (A. M.). — Report of the Malling Rescarch Station (1946), p. 123

1869. Nordlinger. — Die Klein Feinde d. Landwirth. Stuttgard, 2e éd., p. 190.

1876. Perris. — Larves Coléopt., p. 382.

1927. Rambousek. — Zeitschr. Zuc Keriad Col. Rep. II, p. 313 et 335, Prague.

1912. Reitter (E.). — *Wien Ent. Zeit.*

1932. Solari (F.). — *Mem. Soc. ent. Ital.*, p. 170.

1861. Stierlin. — *Rev. Berl. Ent. Zeitschrift.*

1883. Stierlin. — *Mitteil. Schweiz, Ent. Gesell.*

1921. Thiem (H.). — *Zeit. für Angew. Ent.*, p. 389-402.

1924. Urban. — Ent. Blätter XX, p. 175-178.

1924. Vandel (A.). — La Spanandrie géographique. (*Rev. gén. Sc.* XXXV.)

1927. Vandel (A.). — La Parthénogénèse géographique, X^e Congrès Zool., Budapest.

1928. Vandel (A.). — *Bull. biologique Fr. Belg.* LXII.

1931. Vandel (A.). — La Parthénogénèse, Encycl. Scientifique Doin, Paris.

1932. Vandel (A.). — *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 256.

1909. Wassiliew. — *Zoll. Anz.*, p. 29.

1837. Westwood. — Metamorphose d'*O. sulcatus*, in *Gardener's Magazine* Lont. XIII, p. 158.

LE XYLÉBORE DISPARATE

(*Xyleborus dispar* F.)

DANS LA RÉGION LYONNAISE.

PREMIÈRE ÉTUDE.

Par R. Vasseur et D. Schvester.

SOMMAIRE.

		Pages.
I.	Cycle évolutif et dégâts	86
II.	Plantes hôtes ; leurs degrés et conditions d'attaque	87
III.	Ennemis naturels	88
IV.	Méthodes de lutte	88
V.	Conclusions	89

Depuis quelques années déjà, mais surtout depuis 1946, de fortes attaques d'insectes xylophages sur diverses cultures fruitières ont été signalées dans de nombreuses localités de la région lyonnaise. Dans plusieurs cas, ces attaques avaient provoqué la perte d'une quantité importante de végétaux, principalement de jeunes Poiriers et Pommiers, mais aussi d'Abricotiers et de Pêchers.

Nos observations commencées en juin 1946 permirent de constater qu'il s'agissait, dans la plupart des cas, des dégâts causés par *Xyleborus dispar* F., et, quelquefois, mais beaucoup moins fréquemment, par *X. saxeseni* Ratz. C'est donc sur le premier insecte que fut portée principalement notre attention au cours de l'étude qui a été faite en 1946 [1] et 1947 dans différentes localités autour de Lyon et dont le but était de préciser le cycle évolutif du Xylophage dans les conditions locales, élément important pour le choix des procédés de lutte et surtout du moment le plus favorable pour leur application.

[1] En 1946 les observations ont été faites en grande partie avec la participation de M. P. Allegret.

I. Cycle évolutif et dégâts.

Dans plusieurs vergers de Pommiers et de Poiriers visités au début de l'été 1946 situés à Charly, Communay, etc., nous avons pu observer de nombreux sujets, principalement des sujets nains âgés de 3 à 10 ans, présentant dans leur pied, à partir de 7-8 centimètres au-dessus du sol, dans la branche maîtresse ou dans les branches charpentières les plus fortes, de 2 à 3 centimètres de diamètre au minimum, les orifices d'entrée suivis du système de galeries horizontales et verticales, pénétrant assez profondément dans le bois, caractéristique de *X. dispar*.

A la hauteur de ces systèmes de galeries, dont le nombre chez le même végétal atteignait fréquemment 7 ou 8, l'écorce était rugueuse, craquelée et plus ou moins éclatée, le bois partiellement ou entièrement nécrosé. Parmi les sujets attaqués à plusieurs endroits, et par conséquent minés par plusieurs systèmes de galeries, beaucoup avaient succombé, mais portaient encore des bourgeons déjà ouverts ou même des jeunes feuilles. Ceci indique que la mort des végétaux en question avait eu lieu au printemps de la même année, peu après le débourrement.

A la mi-juin, on trouvait dans les galeries du Xylébore de nombreux insectes, des larves, en majorité déjà matures, des nymphes, mais principalement des jeunes adultes dont les téguments étaient encore mous et de couleur jaune foncé ou brun pâle. Les jeunes larves étaient très rares et dans aucun cas nous ne trouvâmes d'œufs à ce moment.

A partir du début de juillet, la population des galeries était composée presque exclusivement d'adultes, leur couleur s'assombrissait progressivement et était devenue entièrement noire au mois d'août. La proportion des mâles et des femelles variait en moyenne entre 1 mâle pour 3 femelles et 1 mâle pour 10 femelles. Ce n'est que très rarement que les mâles étaient plus nombreux.

Jusqu'à la fin de l'été, les adultes restèrent dans leurs galeries et aucune nouvelle attaque de végétaux ne fut observée dans la nature.

Au laboratoire, les insectes placés dans les éclosoirs ou dans les cages d'observation restèrent également dans les tronçons de bois qui leur servaient d'habitat. Ceux qui en furent extraits et placés en présence de branches fraîches d'arbres fruitiers ne firent que de faibles tentatives de forage, de préférence aux endroits où le bois était sectionné ou l'écorce lésée, et non pas sur les partie intactes. Ces tentatives de forage ne furent pas poursuivies et il n'y eut pas de ponte.

En 1947, les premières attaques de végétaux ont eu lieu à la fin du printemps. Au début du mois de mai, dans les galeries fraîchement creusées et tapissées d'une abondante flore cryptogamique blanche (*Monilia candida, Ambrosia* des anciens auteurs) se trouvaient des femelles adultes et d'assez importantes pontes. Les dissections de femelles pratiquées à ce moment montrèrent des ovaires bien développés, avec 7 à 8 œufs, dont 2-3 gros, prêts à être pondus.

A partir du 9 mai eurent lieu les premières éclosions de larves. L'évolution de celles-ci fut assez rapide. Vers la fin du mois de mai, elles étaient déjà matures et passaient à la nymphose; à la mi-juin furent constatés les jeunes adultes.

Au cours de l'été et de l'automne de la même année, de nombreux vergers contaminés furent visités (communes de Villié-Morgon, la Tour de Salvagny, Dardilly, Charly). Nulle part nous n'avons pu constater sur les végétaux attaqués de trous de forage postérieurs à ceux du printemps. Toutes les femelles provenant de ces foyers, qui furent

disséquées, montrèrent des ovaires peu développés, non matures. Des insectes mis en élevage, aucun ne pondit au cours de l'année même, bien qu'un certain nombre d'accouplements se soient produits au cours de la captivité.

Ces observations furent poursuivies à périodes échelonnées jusqu'à fin octobre et ont toujours donné les mêmes résultats, elles confirment par conséquent les constatations de l'année précédente et tendent à démontrer que *Xyleborus dispar* ne se reproduit qu'à raison d'une seule génération par an. Ceci serait donc contraire aux indications de Beauverie, cité par Paillot, qui écrit : «En France, on compte deux générations... » (Paillot, *Les Insectes nuisibles des Vergers et de la Vigne,* Paris 1931, p. 323) et conforme aux conclusions de Schneider-Orelli, en Suisse, tirées d'expériences et d'observations très minutieuses.

II. Plantes hôtes, leurs degrés et leurs conditions d'attaque.

Par ailleurs, contrairement aux affirmations de nombreux auteurs tels que Schneider-Orelli et Beauverie, il ne semble pas que l'insecte préfère plus spécialement les végétaux déjà dépérissants, il s'attaquerait au moins aussi bien aux végétaux jeunes et parfaitement sains. Nous avons surtout observé ceci sur les arbres fruitiers à pépins (Pommiers et Poiriers); les arbres fruitiers à noyau ayant la faculté de réagir à la moindre blessure par d'abondantes sécrétions de gomme qui engluent et asphyxient l'animal, on peut concevoir qu'effectivement un certain ralentissement de la végétation est, chez eux, nécessaire pour que le Xylébore puisse y commettre des dégâts importants. Toutefois, Paillot signale que, dans la vallée du Rhône en 1925, des Pêchers parfaitement sains ont été fortement attaqués.

D'autres observations sembleraient confirmer la thèse du Xylébore parasite primaire. C'est ainsi que nous avons pu constater dans une plantation que des Pommiers très vigoureux avaient été attaqués de préférence à des Poiriers très affaiblis par une contamination due au Pou de San-José. Ailleurs, l'insecte s'est localisé sur des Poiriers jeunes et sains, n'attaquant pas des Pêchers d'une plantation contiguë envahie à la fois par la Tordeuse orientale et par *Scolytus rugulosus,* insectes qui n'avaient pas été sans leur causer d'importants dégâts ni sans nuire à la végétation.

Il est d'ailleurs possible qu'il ne s'agisse là que de la manifestation de certaines prédilections que l'animal aurait pour telle ou telle essence. En effet, dans la région lyonnaise, on constate que les espèces attaquées sont, par ordre de fréquence, des attaques : le Pommier, le Poirier, l'Abricotier, le Pêcher et le Prunier (un seul cas observé pour ce dernier en 1947). De plus, on observe généralement que dans les plantations mixtes de Pommiers et de Poiriers ou de Pêchers et d'Abricotiers, une seule de ces espèces est atteinte : celle que l'insecte semble préférer d'après l'ordre donné ci-dessus, c'est-à-dire le Pommier dans le premier cas et l'Abricotier dans le second. Des observations portant sur neuf exploitations différentes, très éloignées les unes des autres, n'ont montré qu'une seule exception à cette règle; encore s'agit-il dans ce cas que d'un unique Pêcher, dans une plantation mixte Pêchers et Abricotiers, comportant plusieurs de ces derniers très attaqués par le Xylébore.

Chez le végétal lui-même on observe parfois, outre les sécrétions de gomme, d'autres réactions pouvant servir de défense. C'est ainsi que nous avons pu voir sur Pommier et sur Poirier, des galeries abandonnées par l'animal se trouver rebouchées par suite de la formation, à la limite du bois nécrosé et du bois resté vivant, d'une assise généra-

trice dont la prolifération donne naissance à un véritable bouchon ligneux qui est poussé à l'intérieur de la galerie. Dans deux cas, les galeries étaient encore occupées par des insectes morts. Certains indices nous donnent toutes raisons de croire qu'ils sont morts asphyxiés par suite de l'obstruction de la galerie d'entrée. Les végétaux sur lesquels ces phénomènes ont été observés n'avaient pas reçu de traitement spécial ni de fumure particulière. Il est par conséquent à prévoir que, en donnant aux arbres un regain de vigueur par l'apport d'un engrais approprié, on leur fournira des conditions plus favorables pour une cicatrisation rapide. C'est là une méthode recommandée par de nombreux auteurs et les faits ci-dessus semblent en confirmer l'efficacité.

III. Ennemis naturels.

Quelques parasites ont pu être observés; à plusieurs reprises nous avons trouvé dans des galeries des larves prédatrices d'un Hyménoptère non encore déterminé.

Chez de nombreux insectes nous avons constaté la présence d'un Nématode parasite, Certaines colonies du Xylébore étaient parasitées dans la proportion de 50 à 60 p. 100 Ce Ver se tient dans la cavité générale des mâles ou des femelles, au milieu du corps adipeux, lequel subit par la suite une diminution d'importance parfois très notable car les cas où le nombre de parasites atteint et dépasse vingt par hôte ne sont pas très rares; les nombres les plus grands observés sont de 24 chez une femelle, de 21 chez un mâle. Le rôle biologique de ce Nématode n'a pas encore pu être précisé, mais il est probable que la régression du corps adipeux ait une répercussion sur la maturation des gonades et influe par là sur la fécondité de l'espèce, comme cela a déjà été constaté dans de nombreux cas analogues.

IV. Méthodes de lutte.

La lutte contre le Xylébore disparate est difficile. L'insecte une fois logé dans les galeries est pratiquement inaccessible pour les insecticides. Le procédé employé avec succès par quelques amateurs et qui consiste à injecter à l'aide d'une seringue du liquide asphyxiant dans les trous d'entrée, ne peut naturellement pas être envisagé dans les exploitations fruitières de quelque importance.

Beauverie se basant sur l'idée que *Xyleborus dispar* est un parasite secondaire, s'était fait le partisan d'une méthode de piégeage et de destruction consistant à laisser sur pied durant un certain temps encore après leur contamination, les arbres attaqués : l'insecte se fixerait de préférence sur eux, dédaignant les végétaux sains qui resteraient ainsi préservés. Etant donné ce qui précède, cette méthode nous paraît pour le moins inutile en ce qui concerne les arbres à noyau et même dangereuse en ce qui concerne les Pommiers et Poiriers.

Il est naturellement utile de couper et d'incinérer le plus tôt possible mais en tout cas avant le printemps, les végétaux et les parties de ceux-ci tués par l'insecte, dans lesquels, comme nous l'avons indiqué, il reste pendant une grande partie de la saison et hiverne. Toutefois, l'efficacité de ce procédé est diminuée du fait qu'en plus des espèces fruitières et cultivées, *X. dispar* parasite aussi diverses essences forestières.

Nous pensons par contre que des traitements préventifs avec des insecticides de contact, adhésifs et autant que possible persistants, effectués dans des vergers menacés

au moment où les femelles après l'hibernation s'attaquent aux végétaux pour y forer leurs galeries de ponte, pourraient être efficaces. Des essais de cet ordre sont envisagés.

En plus, une fumure appropriée, permettant au végétal de réagir plus vigoureusement aux attaques de l'insecte et facilitant la cicatrisation des lésions pourrait sensiblement diminuer les dégâts causés par *X. dispar*.

V. Conclusions.

1. Dans la région lyonnaise, *X. dispar* n'a qu'une génération par an. L'attaque des végétaux et la ponte se produisent en avril et au début de mai. L'évolution des larves a lieu dans le courant de mai et de juin ; à partir de la deuxième quinzaine de juin apparaissent les insectes adultes. Ceux-ci restent dans les galeries pendant l'été et l'automne, y hivernent et ne reprennent leur activité qu'au printemps suivant.

2. *X. dispar* peut s'attaquer à des végétaux jeunes et parfaitement sains ; ceux-ci dans le cas d'une invasion importante, sont rapidement tués. Lorsque le végétal survit à l'attaque primaire, une réaction servant souvent de défense particulière de celui-ci peut se produire ; les insectes sont alors éliminés et les galeries obturées.

3. Des dégâts sont causés à presque toutes les espèces fruitières, mais il semblerait que l'insecte marque une certaine préférence pour les Pommiers parmi les espèces à pépins et les Abricotiers parmi les espèces à noyau.

4. Dans certaines colonies les adultes mâles et femelles de *X. dispar* ont été trouvés parasités dans une proportion importante par un Nématode. Le rôle biologique et économique de ce parasite est en cours d'étude.

5. La lutte directe contre *X. dispar* est difficile. En plus de la destruction du bois mort infesté nous croyons pouvoir recommander des traitements préventifs des vergers menacés, traitements effectués avant et pendant la période de forage et de ponte (avril et début mai) à l'aide d'insecticides de contact, adhésifs et persistants. Une fumure appropriée facilite la cicatrisation et la réaction défensive des végétaux attaqués.

Laboratoire du Pou de San-José, à Saint-Genis-Laval, Rhône.

(*Reçu le 7 mai 1948.*)

LA POURRITURE CHARBONNEUSE DE LA POMME DE TERRE DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

(*Macrophomina phaseoli* [Maublanc] Ashby)

par M. Vinct et P. Bernaux.

SOMMAIRE :

		Pages.
I.	Historique	92
II.	Répartition géographique	92
III.	Symptômes	93
IV.	Importance économique	94
V.	Étude morphologique	95
VI.	Étude systématique	97
VII.	Biologie du parasite	98
	a. Exigences thermiques	98
	b. Exigences en humidité	99
	c. Conservation du parasite	99
VIII.	Moyens de lutte	100
IX.	Conclusion	101

La pourriture charbonneuse de la pomme de terre produite par un champignon *Sclerotium Bataticola* Taub., forme stérile du *Macrophomina phaseoli* (Maublanc) Ashby, a été observée depuis quelques années dans le Midi de la France pendant les périodes les plus chaudes de l'année.

Nous résumerons ici quelques renseignements et observations sur ce parasite polyphage dont nous avons constaté aussi la présence sur d'autres plantes cultivées.

Historique.

C'est en juillet 1943 que nous avons remarqué la pourriture noire de la pomme de terre dans la région d'Antibes et de Grasse. La maladie est apparue en juillet sur diverses variétés cultivées soit dans nos terrains d'expérience, soit chez des agriculteurs. Nous l'avons retrouvée depuis régulièrement chaque année, à la même période, et on doit noter son développement fréquent dans les jardins potagers familiaux.

Ce parasite a été signalé également dans la région de Marseille et à Pérols, dans

Fig. 1. — Carte de répartition du *Sclerotium bataticola* dans le bassin méditerranéen.

l'Hérault, par MM. Bernaux et Barry, sur des échantillons adressés par MM. Blanck et Pithioud, Inspecteurs de la Protection des Végétaux, en 1946 et 1947.

En 1947, à Antibes, nous avons isolé ce parasite à partir d'aubergines et de poivrons où il coexistait avec des champignons du genre *Fusarium* ou *Phytophthora*. Incidemment, nous l'avons identifié sur une composée d'ornement : *Gilia coronopifolia* Pers., cultivée comme porte-graines.

Nous avons enfin pu rapporter à ce parasite un champignon observé par M. Barthelet, en 1939, sur stolons de pomme de terre. Des échantillons avaient été conservés, mais leur étude avait dû être différée alors par suite des circonstances.

Répartition géographique.

Ce champignon surtout connu sous sa forme stérile, *Sclerotium bataticola*, est largement répandu, surtout dans toutes les zones subtropicales et les régions tempérées chaudes (Brésil, Argentine, États-Unis, Canada, Afrique australe et équatoriale, Inde, Australie).

Dan le bassin méditerranéen, il existe en Égypte, Syrie, Palestine, Chypre, Roumanie, Bulgarie, Grèce, Sardaigne, Sicile, Italie, Tunisie (Goidanich et Camici, 1947).

Les dégâts sur pommes de terre semblent localisés dans l'aire limite la plus chaude de la culture de cette plante.

Ils sont décrits aux États-Unis par Boyd (1928) et Boewe (1943), aux Indes par Mitra (1929-1930) et Dastur (1931), en Tasmanie par White (1946), en Turquie par Bremer (1944), à Chypre par Nattrass (1933) et Littlejohn (1938), en Palestine par Reichert (1930) et Littauer (1944).

En France, jusqu'à ce jour, ce parasite n'est observé que dans la zone côtière méditerranéenne et encore doit-on ajouter qu'il semble localisé sur les points les plus chauds et n'apparaît qu'en période estivale.

Fig. 2. — Tubercules de pomme de terre var. Institut de Beauvais parasités par *Sclerotium bataticola*. Grasse, 1933 (Gr. 2/3 G. nat.).

A. — Attaque à partir du stolon.
B. — Attaque généralisée au niveau des lenticelles.

Nous avons résumé schématiquement sur une carte (fig. 1) les pays méditerranéens où le *Sclerotium bataticola* a été signalé soit sur pomme de terre, soit sur plantes diverses.

Symptômes.

Sur *tubercules* de pommes de terre, les dégâts sont extrêmement caractéristiques et justifient bien le nom anglais de Charcoal-rot et la traduction française que nous adoptons : **Pourriture charbonneuse.**

A l'arrachage, les tubercules présentent autour des lenticelles qui apparaissent sous forme de ronds blancs, de 0,5 à 1 millimètre de diamètre, une auréole gris ardoisé de plus en plus grande avec le degré d'attaque (fig. 2B). Ces auréoles qui n'ont que quelques millimètres au début finissent par devenir confluentes. Si l'on soulève l'épiderme, opération rendue facile par la pourriture sous-jacente, on voit que les tissus de la

pomme de terre ont pris une teinte noire caractéristique, fort différente de l'altération produite par le Mildiou (*Phytophthora infestans*) [fig. 3].

L'attaque peut se produire au niveau des yeux et les taches sont alors assez irrégulières. Enfin, l'altération peut progresser à partir du stolon et se propager à partir de son point d'insertion sur le tubercule (fig. 2A).

L'évolution de la maladie sur tubercule après arrachage est extrêmement rapide et, en quelques jours, tout tubercule malade pourrit rapidement. Les attaques au niveau des stolons et des yeux semblent progresser plus vite que celles qui sont situées au niveau des lenticelles.

Sur tiges, le champignon amène un flétrissement rapide avec apparition de petits

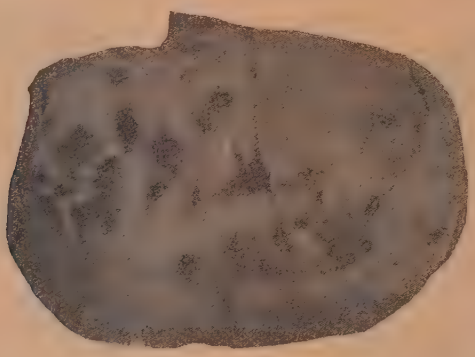


Fig. 3. — Tubercule de pomme de terre var. Bintje parasitée par *Sclerotium bataticola*. Épiderme soulevé pour montrer le noircissement au niveau des lenticelles (Gr. 2/3 Gr. nat.).

sclérotes noirs pouvant à un examen très superficiel rappeler les dégâts du *Vermicularia varians* Ducomet.

Importance économique.

Dès la première année, les attaques ont pris une allure très grave, d'autant plus grave en cette période de guerre que de nombreux cultivateurs et possesseurs de jardins familiaux avaient, par des cultures un peu plus tardives qu'il n'est coutume de les pratiquer dans nos régions, espéré obtenir une provision hivernale de tubercules. Dans des récoltes effectuées en juillet, parfois début août, les dégâts ont largement dépassé le taux de 50 p. 100 signalé dans d'autres pays et, souvent, le reste de la récolte a été détruit par des attaques de Fusariums dont les exigences biologiques sont voisines de celles du *Sclerotium bataticola*.

Les trois variétés : Institut de Beauvais, Bintje et Royal Kidney, n'ont pas montré une différence sensible de résistance à la maladie. Cependant, sur Institut de Beauvais, les altérations secondaires semblent progresser un peu plus rapidement, sans doute en fonction de la teneur en eau de cette variété.

En Amérique, Watson (1944) signale la sensibilité des variétés : Bliss Triumph, Irish Cobbler, Katahdin, Chippewa, Rural; en Palestine, Littauer (1944) note Up to date et Arran Banner.

Ainsi que le font remarquer justement Goidanich et Camici (1946) le polyphagisme

du champignon est tel que l'on peut craindre que ce parasite ne devienne un ennemi grave des cultures de pommes de terre dans tout le bassin méditerranéen, surtout en année chaude.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, nous avons observé ce champignon sur d'autres plantes. En étudiant des aubergines (*Solanum Melongena* L.) et des poivrons (*Capsicum annuum* L.), atteints surtout par des Fusarioses, nous avons incidemment isolé le *Sclerotium bataticola* à partir de ces deux plantes en 1947. De même, nous l'avons

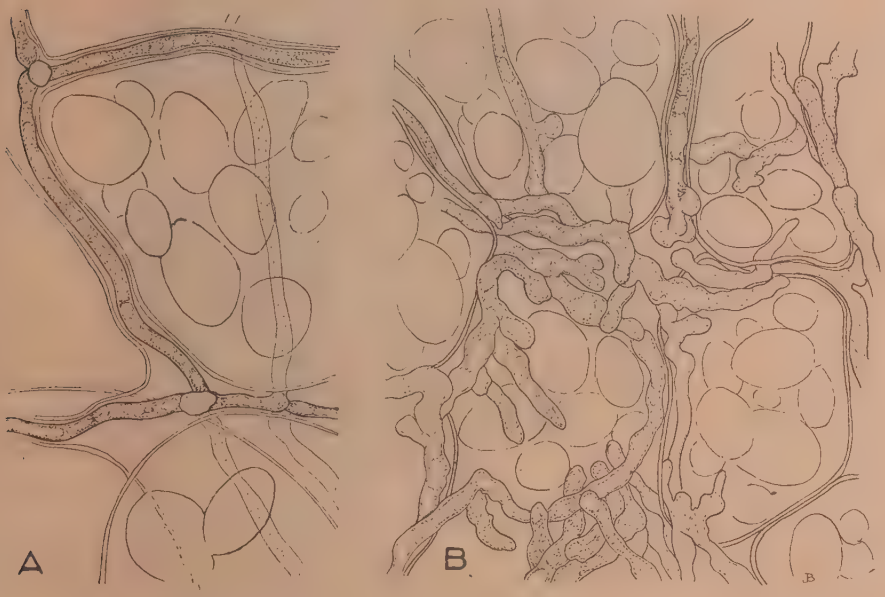


Fig. 4. — Mycelium de *Sclerotium bataticola* dans un tubercule de pomme de terre var. Institut de Beauvais (Gr. 500).

A. — Début d'attaque.
B. — Zone plus altérée.

isolé de plants de *Gilia coronopifolia* Pers., cultivé comme porte-graines chez un horticulteur voisin.

Étude morphologique.

Le parasite se présente dans les tubercules sous forme d'un abondant mycelium hyalin, cloisonné, se développant entre les parois et mesurant environ 5 à 6 μ de diamètre, riche en gouttelettes lipoïdiques (fig. 4A). Au début de l'attaque, ce mycelium, tant par ses dimensions que sa localisation dans les tissus, n'est pas sans rappeler celui du *Phytophthora infestans*, agent du Mildiou de la Pomme de terre. Ce dernier se distingue cependant par son absence de cloisons et ses suçoirs caractéristiques.

Sur des tissus plus profondément désorganisés, le mycelium se présente souvent sous forme de masses plus ou moins variqueuses surtout dans les méats intercellulaires (fig. 4B).

Sur les tiges, le champignon se caractérise par de petites masses sclérotiques visibles à l'œil nu et mesurant 1/4 à 1/8 de mm.

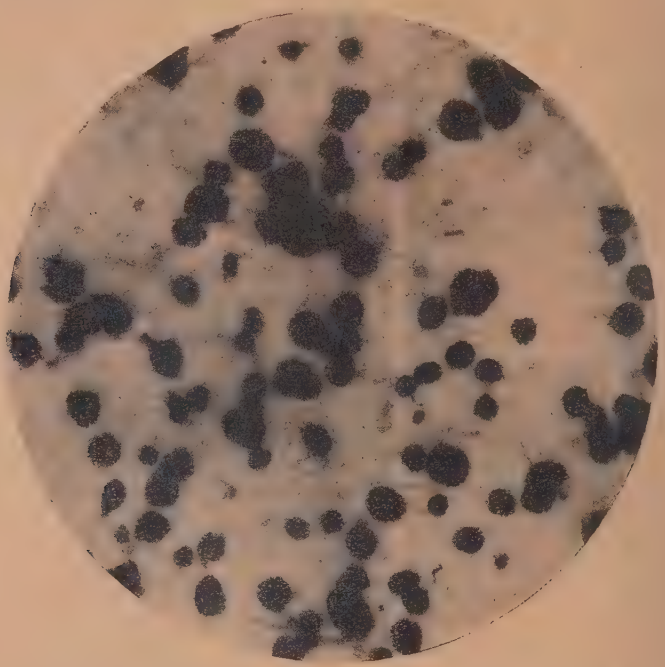


Fig. 5. — Culture pure de *Sclerotium bataticola* avec sclérotes (Gr. 50).

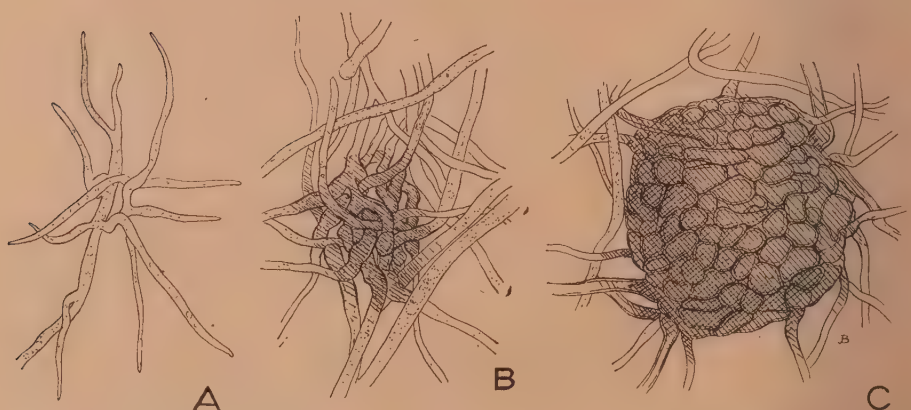


Fig. 6. — Formation des sclérotes chez le *Sclerotium bataticola* (Gr. 500).

A. — Début de formation à partir d'un seul filament mycélien.
B. — Stade intermédiaire.
C. — Sclérote presque mûr.

Les cultures pures de ce champignon sont faciles à réaliser à partir de tubercules présentant une altération à son début et non contaminée par les infections bactériennes secondaires, normales dans toutes les pourritures de pommes de terre. Sur milieu

habituel, à base de farine complète d'avoine, le champignon se développe rapidement, donnant un mycelium d'abord blanchâtre assez peu abondant, puis brun suivi bientôt d'un fort développement de microsclérotes de 100-130 μ de diamètre, souvent un peu ovoïdes qui donnent à la culture un aspect finement granuleux, noir brillant (fig. 5). Ces sclérotes se développent le plus souvent à partir d'un seul filament mycelien (fig. 6 A) dont les ramifications s'enchevêtrent (fig. 6 B) pour donner à la fin une masse le plus souvent globuleuse (fig. 6 C). Cette masse, d'abord brune, noircit rapidement. Cette formation de sclérotes concorde avec celle qui a été signalée et bien figurée par Martin (1917).

De nombreux essais sur divers milieux ne nous ont par permis l'obtention de la forme pycnide. Nous avons essayé en particulier des cultures pures, sur fanes de pommes de terre, sur bois, sur fragments de tubercules, carottes, jus de prunes gélosé.

Sur fragment de pomme de terre stérilisé, le champignon donne aussi un développement très rapide de sclérotes, et le fragment de tubercule se transforme en une masse charbonneuse cassante. Ceci montre bien que la pourriture molle des tubercules en plein air est due à l'action secondaire constante des bactéries.

Étude systématique.

C'est Maublanc qui le premier, en 1905, a décrit le champignon sous sa forme pycnide, sur tiges mortes de haricots en provenance de Tunis et l'a nommé *Macrophoma phaseoli* Maubl. Puis Taubenhaus (1913), au Texas, a étudié la forme stérile *Sclerotium* qui produisait une pourriture grave des tubercules de patate douce (*Ipomoea batatas* [L] Lam), et l'a désignée sous le nom de *Sclerotium bataticola.*

Petrak (1923), dans sa révision du genre *Phoma*, a créé le genre *Macrophomina* en le différenciant du genre *Macrophoma* par ses spores longues et étroites. Il y a rattaché l'espèce décrite par Maublanc sous le nom de *Macrophomina phaseoli.*

Le mycologue anglais Ashby (1927) ayant pu étudier longuement ce parasite aux Indes anglaises, a pu faire le rapprochement de ces deux formes et en établir la synonymie complète. Entre temps, il avait, en effet, été décrit sur diverses plantes et sous des noms différents par plusieurs auteurs.

On désigne actuellement le champignon sous le nom de *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby.

Haigh (1930) a séparé les lignées de *Macrophomina phaseoli* en trois groupes A, B, C, suivant les dimensions des sclérotes, réservant la catégorie C pour les sclérotes de 120 μ environ, ce qui correspond bien au type que nous-mêmes et les divers auteurs avons observé et étudié dans le bassin méditerranéen.

Les autres groupes comportaient des sclérotes de 200 μ environ pour la catégorie B et de 500 μ et plus pour le groupe A.

Nous pensons que c'est avec raison que Hopkins (1933) estime que seule la lignée C doit être maintenue dans l'espèce *Sclerotium bataticola,* les autres étant désignées sous d'autres noms, en particulier *Sclerotium lamellifera* Small. Elles attaquent généralement des végétaux ligneux dans des contrées plus tropicales que l'aire habituelle du *S. bataticola.*

Enfin, Henson et Valleau (1938) préfèrent adopter le nom de *Sclerotium bataticola* plutôt que celui de *Rhizoctonia bataticola* qui a parfois été utilisé pour désigner la forme

sclérote. Ils estiment que l'on doit réserver le nom de *Rhizoctonia* à des formes sclérotes de Basidiomycètes et pensent que le *Sclerotium bataticola*, par sa structure et la présence de ses pycnides, serait à rapprocher plutôt des Ascomycètes.

Biologie du parasite.

Ce qui caractérise essentiellement la biologie de ce parasite et, en conséquence, sa répartition géographique et chronologique, ce sont ses exigences thermiques.

Le facteur humidité du milieu, bien que jouant un rôle non négligeable puisque presque toutes les cultures où l'on observe la maladie sont des cultures irriguées, semble n'avoir que le rôle secondaire.

a. *Exigences thermiques.* — Étant donné leur importance, nous avons essayé de les préciser par de nombreux essais de culture en boîte de Pétri placées dans des étuves à différentes températures.

Au début, le mycelium se développe d'une façon assez diffuse et les mensurations doivent être faites de façon très uniforme, car la limite du mycelium est délicate à déterminer. Les sclérotes apparaissent sur toute la surface du mycelium et non en zones concentriques, à partir du point central d'inoculation. Ils sont plus nombreux aux points où la gélose présente une épaisseur plus grande. Il faut donc veiller à avoir une couche régulière de gélose dans les boîtes, pour éviter ces irrégularités.

L'action des températures étant très variable dès qu'on approche de la limite supérieure, il importe d'avoir pour celles-ci un réglage très précis et, par conséquent, des régulateurs de température très sensibles.

A 17°, les cultures présentent un très faible développement, d'abord localisé au point d'infection et ce n'est qu'au bout de 48 heures qu'on peut commencer les mensurations. L'accroissement est ensuite assez régulier, la boîte étant envahie après 144 heures (fig. 7).

A 20°, la croissance est plus active. Un départ très net est observé en 24 heures et le terme final s'obtient en 112 heures.

A 25° et à 30°, la vitesse de croissance est sensiblement la même. Elle se situe assez exactement entre celle obtenue à 20° et celle qui est observée ensuite.

A 37°, nous obtenons le maximum de vitesse d'accroissement; c'est, comme l'a noté Thomas (1939), la température optimum de croissance du champignon dans ces conditions.

Les températures légèrement supérieures, 38, 39°, sont moins favorables; le développement est néanmoins peu différent de l'optimum et, pourtant, à 40°, on note un arrêt complet de la croissance. Il semble donc que 40° soit la température léthale du champignon en culture pure.

L'apparition de sclérotes s'observe à toutes les températures; elle se fait plus tardivement aux températures supérieures à l'optimum.

Des essais de contamination artificielle ont été tentés sur des tubercules de Bintje à différentes températures avec des cultures portant de nombreux sclérotes; le tubercule infecté étant placé en chambre humide.

A 25°, l'infection ne se produit que très lentement, tandis qu'à 35° la contamination est rapide. A cette dernière température, au bout de huit jours, l'infection est complète et le tubercule commence à pourrir, présentant le même aspect que ceux qui ont été récoltés en plein champ.

Littauer (1944) a signalé une sensibilisation des tubercules due à une action de l'insolation et de températures élevées sur les tubercules situés à une faible profondeur dans le sol. Nous n'avons pas vérifié ce fait. Cependant, nous avons constaté qu'un arrachage précoce d'une partie de la récolte, 15 jours avant la maturité normale, nous avait donné, en 1943, des tubercules sains, le restant étant altéré à un taux de 60-70 p. 100.

Les dégâts les plus importants que nous ayons constatés l'ont été sur une culture

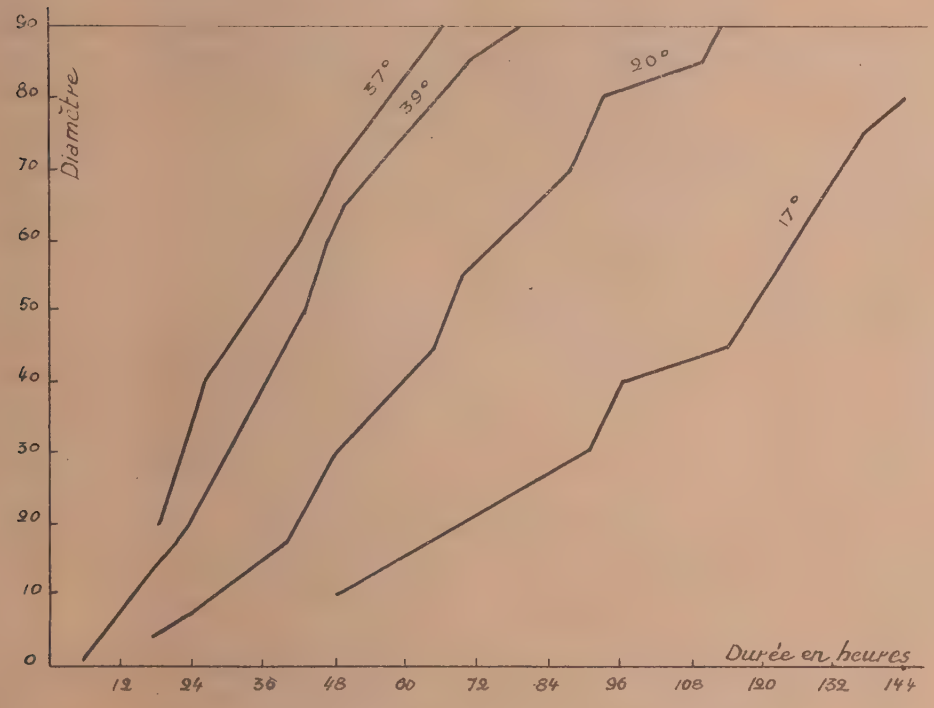


Fig. 7. — Développements de *Sclerotium bataticola* en boîtes de Petri.

de Royal Kidney, arrachée deux semaines après maturité, à Grasse et, d'une façon régulière, sur Beauvais récoltée à maturité.

b. *Exigences en humidité.* — Watson (1944) signale le maximum de virulence quand la température et l'humidité du sol sont élevées. A Grasse, cependant, une attaque violente sur Royal Kidney a été observée sur une culture qui n'avait pas été irriguée depuis un mois. Bremer a fait des observations semblables, ce qui montre bien que le facteur humidité est moins impérieux que le facteur température. Littauer (1944) semble admettre qu'en Palestine sont plus sensibles à la maladie les tubercules altérés par une chaleur excessive. Des essais d'infection à 25°, après traitement à l'étuve à 55° pendant deux heures, n'ont pas été positifs.

c. *Conservation du parasite.* — Il semble que, dans nos régions tout au moins, la forme de conservation normale soit le sclérote, la forme *Macrophomina* n'ayant pu encore être

observée. Des essais sont en cours pour apprécier la durée de vitalité des sclérotes. Elle est certainement longue : les repiquages à partir de sclérotes provenant de cultures pures desséchées datant de cinq ans, donnent des cultures normales. Le départ de la végétation mycélienne est un peu plus lent; trois ou quatre jours au lieu de quelques heures avec des cultures jeunes.

Moyens de lutte.

Il ne semble pas que l'on puisse utiliser contre ce parasite des procédés de lutte curatifs. Il en est malheureusement de même pour la plupart des organismes parasites d'organes souterrains. On doit donc envisager des mesures préventives.

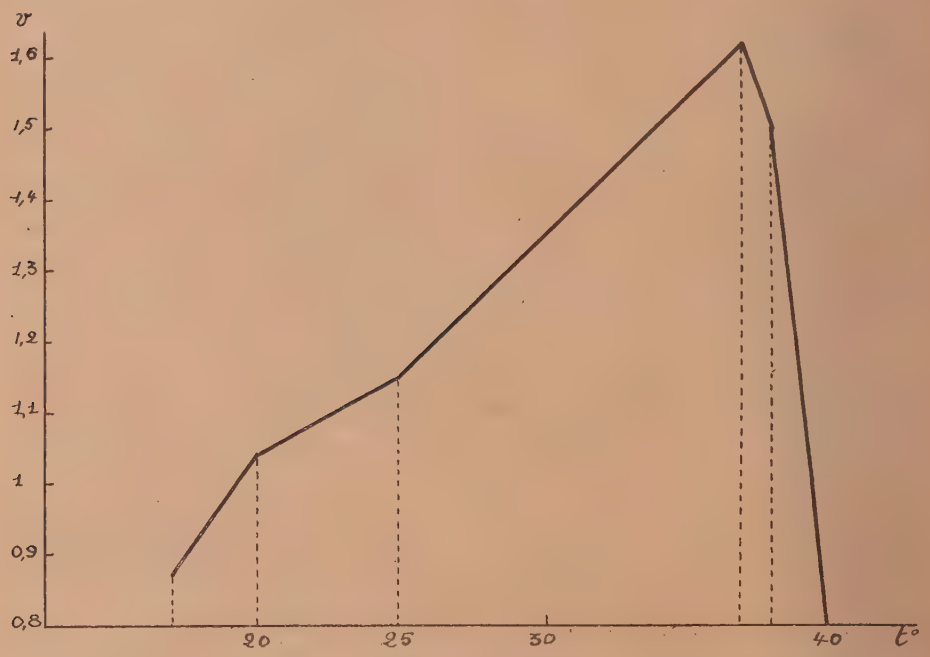


Fig. 8. — Moyennes des vitesses d'accroissement en fonction des températures.

Étant donné la polyphagie de ce parasite, la rotation des cultures ne doit donner que des résultats insuffisants, certaines cultures de l'assolement pouvant maintenir le champignon sans subir pour cela des dégâts très graves.

On a pu conseiller de manipuler avec précaution les tubercules. C'est malheureusement un conseil inefficace pour une plante de grande culture. On ne peut remédier aux dégâts causés à l'arrachage que par un triage des tubercules. Cette précaution est d'ailleurs indispensable dans les pays chauds où les tubercules blessés sont de conservation à peu près impossible, mais plutôt par l'action de bactéries ou de Fusariums que par celle du *Sclerotium bataticola*.

D'autre part, nous avons pu constater que la pénétration du parasite était plus facile par les lenticelles d'un épiderme que par des sections un peu cicatrisées du tubercule.

Conserver les tubercules à basse température est évidemment la meilleure façon

d'arrêter la progression de la maladie, si elle n'est qu'à son début. La température convenable est celle de 3 à 4° (Watson, 1944) qui est d'ailleurs la température optima pour la conservation de tous les tubercules de pommes de terre. Cette température ne peut être donnée en été que par des installations frigorifiques.

Enfin, la seule pratique efficace est la culture de variétés hâtives, plantées et arrachées précocement. C'est d'ailleurs la technique qui, dans les régions méridionales, coïncide avec la solution économique de la culture de la pomme de terre. Étant donné les faibles rendements et le prix de revient élevé, seules sont possibles, en période normale, les cultures de pommes de terre de primeur, vendues dès la récolte.

Conclusion.

La maladie charbonneuse de la pomme de terre, nouvelle pour la France, peut causer, dans certaines conditions, des dégâts importants. Ces conditions ne sont réunies qu'en périodes économiques instables et on peut espérer que, pour cette plante tout au moins, il s'agit d'une «maladie de guerre». Comme pour l'insecte Teigne de la Pomme de terre, ce sont des cultures tardives qui, seules, sont attaquées. En économie normale, avec un régime d'échanges commerciaux faciles, on peut espérer la régression de cette maladie sur cette plante. Il n'en sera peut-être pas de même pour les dégâts sur des plantes à culture estivale comme les tomates, poivrons, aubergines, etc., et il sera utile de suivre avec soin l'extension de ce parasite.

Nous remercions M. le Professeur Kuhnholtz-Lordat et M. Lansade, qui ont bien voulu nous aider au cours de cette étude.

Stations de Pathologie végétale d'Antibes et de Montpellier.

(*Reçu le 10 mai 1948.*)

BIBLIOGRAPHIE.

1905. Maublanc (A.). — Espèces nouvelles de champignons inférieurs. (*Bull. Soc. Myc. de France,* XXI, p. 90.)

1913. Taubenhaus (J. J.). — The black rots of the sweet potato. (*Phytopathology,* III, p. 159-165, 3 pl.)

1914. Taubenhaus (J. J.). — Recent studies of some new little known diseases of the sweet potato. (*Phytopathology,* IV, p. 305-320, 3 pl.)

1917. Martin (W. H.). — Sclerotium bataticola, the cause of a fruit rot of peppers. (*Phytopathology,* VII, p. 308-312, 1 pl.)

1923. Petrak (F.). — Mykologische Notizen. (*Ann. Myc.,* XXI, p. 314-315.)

1927. Ashby (S. F.). — Macrophomina phaseoli Maubl. nov. comb. the pycnidial stage of Rhizoctonia bataticola (Taub.) Butl. (*Trans. Brit. Myc. Soc.,* XII, p. 141-147.)

1928. Boyd (O. C.). — A stem and tuber rot of potato in Georgia. (*Plant disease Reporter,* XI, p. 75.)

1930. Haigh (J. C.). — Macrophomina phaseoli (Maubl.) Ashby and Rhizoctonia bataticola (Taub.) Buttler. (*Ann. Roy. Bot. Gard. Peradeniya,* XI, p. 213-249, 7 pl., 4 fig., 1930.)

1930. Reichert (I.). — Palestine : root diseases caused by Rhizoctonia bataticola. (*Int. Bull. Pl. Prot.*, IV, p. 17, 1930.)

1931. Dastur (J. F.). — Potato storage in the Central provinces. (*Agr. and Livestock in India*, I, p. 374-381.)

1931. Mitra (M.). — Report of the Imperial Mycologist. (*Sc. Rep. Agr. Res. Inst. Pusa*, 1929-1930, p. 58-71.)

1933. Hopkins (J. C.). — Rhizoctonia lamellifera Small, a distinct species of Rhizoctonia bataticoia group of fungi. (*Proc. Rhod. Scient. Ass.*, XXXII, p. 65-79, 4 pl., 1933.)

1934. Nattrass (R. M.). — Annual report of the Mycologist for the year 1933. (*Ann. Rep. Dep. Agr. Cyprus for the year 1933*, p. 48-57.)

1938. Henson (L.) and Valleau (W. D.). — Sclerotium bataticola Taub. a common pathogen of red clover roots in Kentucky. (*Phytopathology*, XXVII, p. 913-917.)

1938. Nattras (R. M.). — Note on two diseases of potato tuber. (*Cyprus agr. Journal*, XXXIII, p. 4-6, 4 fig.)

1939. Littlejohn (E.). — Annual Rep. of the Bot. and plant pathologist for the year 1938. (*Rep. Dir. Agr. Cyprus*, IV, p. 193.)

1939. Thomas (K. M.). — Detailed administration Report of the Gov. (*Mycologist. Madras for the year*, 1937-1938, 21 p., 2 gr.)

1942. Boewe (G. H.).— Charcoal rot on potato in Illinois. (*Plant disease Reporter*, IX, p. 75.)

1944. Bremer (H.). — Uber Welkekrankheiten in Südwest Anatolien. (*Istanbul Yaz*, XVIII, 40 p., 13 fig., 1 carte.)

1944. Littauer (F.). — Sclerotium bataticola (Taub.) Butl. on potatoes in Palestine. (*Palestine Journ. of Bot. Rehovot Series*, IV, p. 142-147, 2 fig.)

1944. Watson (R. D.). — Charcoal-rot of Irish potatoes. (*Phytopathology*, XXXIV, p. 433-435, 1 fig.)

1946. Goidanich (G.) et Camici (L.).— Un parassito microscleroziale, del tipo Sclerotium (Rhizoctonia) batatícola Taub. presente in Italia. (*Ric. Sci. Ricostruz. Roma*, XVI, 6 p., 2 fig.)

1946. White (N. H.). — Potato tuber rots. [*Tasm. J. Agric.*, XVII, 2, p. 235-241, 5 fig.] (Résumé in *Review of applied mucology*, 1947, XXVI, 3, p. 123.)

1947. Goidanich (G.) et Camici (L.). — La «macrophomina phaseoli» (Maubl.) Ashby diffusa come polifago parassita in Italia. (*Rendiconti Ac. Naz. dei Lincei* class. Sc. fisiche, Math. e nat. ser., VIII, vol. II, p. 459-462, 3 fig.)

1948. Bernaux (P.) et Barry (J. P.). — Une maladie de la pomme de terre, nouvelle pour la France. (*Progrès agr. et vit.*, CXXIX, p. 84-86, 1 fig.)

SENSIBILITÉ DES DIFFÉRENTES VARIÉTÉS DE POMMES DE TERRE À LA MALADIE VERRUQUEUSE

(*Synchytrium endobioticum* [Schilb.] Perc.)

par P. Sélariès,
Chargé de recherches au Centre de Recherches agronomiques d'Alsace.

SOMMAIRE.

Pages.

Introduction 103

Différences de sensibilité des variétés 104

1er groupe : variétés nettement résistantes 105
2e groupe : variétés suffisamment résistantes 105
3e groupe : variétés douteuses 105
4e groupe : variétés nettement sensibles 107

Discussion 107

Résumé 108

Bibliographie 108

Introduction.

Dès l'apparition de la Maladie verruqueuse en France, en 1925, nous avons été chargé de l'étude systématique du parasite et de la détermination du comportement vis-à-vis de cette maladie, de toutes les variétés de pommes de terre cultivées en France ou susceptibles d'être importées. Ce comportement était vérifié soit par infection naturelle en champ fortement contaminé, soit par infection artificielle au laboratoire. Pour les infections artificielles, nous avons adopté, après de nombreux essais, la méthode décrite par Spieckermann et Kotthoff (20), légèrement modifiée par nous, et, éventuellement, la technique de Lemmerzahl (12).

La présence de cette maladie sur notre territoire a incité les Stations officielles du

Ministère de l'Agriculture, ainsi que les établissements privés de sélection, à créer, soit par semis, soit par hybridation, de nouvelles variétés résistantes au Synchytrium, Toutes ces obtentions devaient obligatoirement être soumises, par nos soins, à l'épreuve du parasite. Nous vous proposons d'exposer quelques observations que nous avons pu faire sur le comportement des variétés.

Différences de sensibilité des variétés.

Les zoospores ou les zygotes (provenant de la fusion par isogamie de deux ou de plusieurs zoospores) peuvent pénétrer dans tous les tissus jeunes de la pomme de terre — à l'exclusion toutefois des racines. Les très légères excroissances que l'on aperçoit parfois sur ces dernières sont généralement dues au spongospora. Suivant la variété la cellule envahie réagit différemment. La réaction peut être immédiate comme dans les variétés hautement résistantes, ou nulle dans les variétés nettement sensibles. Entre ces deux extrêmes, on trouve toute la gamme de réactions.

De nombreux auteurs ont cherché à déterminer la cause de ce comportement différent des variétés. Pour Cartwright (2), la résistance n'est pas due à un pouvoir de prévenir l'infection mais à des caractéristiques des cellules épidermiques qui exercent un pouvoir destructif sur le parasite une fois entré. Köhler (9) semble partager cet avis et émet l'hypothèse que la résistance à la maladie verruqueuse est due à une substance spécifique formée dans les feuilles et émigrant vers les autres parties. Roach (16) pense que la résistance est due à une propriété du protoplasma. Nemec (13 et 14) et Szimanski (21), en ont cherché la cause dans la différence de composition chimique qui pouvait exister entre les variétés sensibles et les variétés résistantes ; les différences qu'ils ont trouvées ne paraissent pas concluantes. Salgue (17) a trouvé que l'hydrate de carbone contenu dans la variété *Early rose* infectée s'élève seulement à 15,30 p. 100, contre 24,98 p. 100 dans les tubercules sains. Reiss (15) a orienté ses recherches sur l'étude de la concentration des ions hydrogène dans les tissus verruqueux et dans les parties saines. Quant à Verplancke (22), il s'est attaché à l'étude comparative de la cytologie du tissu normal d'un tubercule de Pomme de terre et du tissu verruqueux.

Malgré toutes ces recherches la cause réelle du comportement différent des variétés vis-à-vis du parasite nous reste inconnue et jusqu'à présent, nous devons nous contenter d'en constater les effets.

Suivant l'intensité et la rapidité de la réaction, nous divisons les variétés de pommes de terre en 4 groupes. Surtout en infection naturelle, soumises suivant les années à des conditions écologiques différentes, certaines variétés ne réagissent pas toujours de la même manière et peuvent osciller d'un groupe à un autre.

1er *groupe.* — Variétés nettement résistantes, chez lesquelles le parasite provoque rapidement la mort de la cellule envahie. Cette cellule nécrosée est éliminée avant que le champignon ait pu évoluer.

2e *groupe.* — Variétés suffisamment résistantes, chez lesquelles le parasite peut tuer immédiatement la cellule envahie ou provoquer la mort des cellules environnantes. Il y a également élimination de la partie nécrosée, mais le parasite peut évoluer pendant un temps plus ou moins long.

3e *groupe.* — Variétés « douteuses », chez lesquelles le parasite ne provoque que des

réactions plus ou moins lentes, parfois même nulles, permettant ainsi l'évolution du champignon. L'élimination du parasite n'est pas totale.

4e groupe. - Variétés nettement sensibles, chez lesquelles le parasite peut librement évoluer dans la très grande majorité des cas. Il y a alors formation d'excroissances plus ou moins volumineuses.

1er Groupe.

Variétés nettement résistantes. — Dès qu'une zoospore ou un zygote pénètrent dans une cellule épidermique de ces variétés, ils en provoquent la mort immédiate et l'élimination se fait rapidement. Le parasite se trouvant dans un milieu mort ne tarde pas à périr avant d'avoir pu évoluer — c'est l'avortement nécrotique de Köhler. Parfois la cellule hôte n'est pas tuée aussitôt, mais ce sont les cellules périphériques qui meurent. Le processus est le même, mais le parasite peut évoluer pendant un certain temps. L'élimination est toujours fatale. Il n'y a aucune réaction hyperplasique et dès que la partie nécrosée est éliminée il est souvent difficile de préciser les points attaqués. C'est le cas typique d'hypersensibilité.

Dans la microphotographie ci-dessus c'est tout un massif de cellules qui ont été envahies et tuées par l'action du parasite. Le contenu cellulaire est figé et de couleur brunâtre; les cellules périphériques se sont hypertrophiées et tout le contenu cellulaire a été résorbé. Toute cette partie sera rapidement éliminée.

2e Groupe.

Variétés suffisamment résistantes. — Dans les variétés un peu moins résistantes, ce sont souvent les cellules environnantes qui sont tuées, parfois même des cellules assez éloignées, comme si le poison secrété ou provoqué par le parasite dialysait à travers la membrane pour ne provoquer la mort que des cellules se trouvant à une certaine distance. Le parasite se trouvant dans une cellule vivante, parfois entourée d'autres cellules non altérées peut évoluer assez longtemps et atteindre même le stade de sporange de repos.

Dans la majorité des cas le parasite est éliminé par exfoliation de toute la partie nécrosée. Les cas de persistance sont extrêmement rares et peuvent pratiquement être négligés. Toutefois le pathologiste doit être prudent et ne se prononcer qu'après plusieurs années d'étude. Chez ces variétés il n'y a pas formation d'excroissances, à peine distingue-t-on parfois de légères tuméfactions le plus souvent au voisinage des écailles des yeux. On sait, en effet, que les cellules se trouvant à proximité immédiate des écailles sont les dernières parties à subir la subérification et que, par suite, elles sont susceptibles d'être envahies pendant plus de temps.

3e Groupe.

Variétés «douteuses». — Les variétés classées dans ce groupe sont assez instables. Certaines se rapprochent du groupe précédent, alors que d'autres tendent vers le groupe des sensibles.

Dans ce groupe nous trouvons par exemple Ursus qui a été trouvée sensible en Angle-

terre et aux États-Unis; Triumph qui s'est montrée résistante en Hollande d'après Ducomet et Foex (3); Roland 1 que Köhler classe dans son groupe III[1]; etc.

En infection naturelle ces variétés peuvent présenter de légères excroissances alors qu'elles n'en présentent presque jamais en infection artificielle. Est-ce à dire que les infections en plein champ sont plus sensibles qu'au laboratoire? Sur ce point les avis des différents auteurs sont partagés. Garbowski et Leszczenko (4) ainsi que Björling (1) pensent que les essais faits par infection naturelle en champ contaminé sont plus précis que ceux faits au laboratoire. Par contre Glynne (5, 6, 7) et Schranak (18) sont d'avis que les infections artificielles sont plus sensibles. Nous estimons que les essais faits au laboratoire, à la condition d'être suivis de très près, donnent des renseignements plus exacts. La sensibilité de la variété est augmentée et la cellule envahie réagit plus énergiquement et plus rapidement. Une variété peu sensible peut atteindre une hypersensibilité plus ou moins atténuée, mais réelle qui tendrait à la faire classer dans notre groupe 2 si l'évolution de l'attaque n'était pas strictement suivie.

Voyons ce qui se passe chez Ursus en infection artificielle. Si nous suivons attentivement la croissance des jeunes pousses émergeant du terreau infecté, nous pouvons constater chez certaines d'entre elles de légères incurvations ou apercevoir sur la tige ou sur les feuilles de minuscules points sombres bien visibles à la loupe; parfois la tige présente des craquelures qui n'en modifient pas la direction. Si nous faisons des coupes, même à main levée et sans coloration, dans la partie suspecte, nous trouvons le parasite à tous les stades de développement, jusques et y compris le stade de segmentation et de libération des zoospores, ainsi que le stade de repos. Mais la majorité des points infectés ne tardent pas à s'entourer de cellules vides et mortes qui les isolent des tissus sains.

Mais la réaction peut être plus tardive et ne se produire que lorsque le parasite est arrivé au terme ultime de son évolution.

Parfois même cette zone nécrotique ne se forme pas et le parasite persiste dans la plante hôte sans toutefois provoquer d'excroissances visibles. Un examen attentif permet de discerner un léger gauffrage sur les feuilles ou une tuméfaction plus ou moins intense des cellules avoisinant les écailles des yeux du tubercule.

Sur Triumph, qui, dans nos essais, paraît plus sensible qu'Ursus, le parasite ne provoque qu'une réaction faible et parfois nulle. Les cellules environnantes ne paraissent nullement influencées.

Il n'est pas rare même de trouver le champignon profondément enfoncé dans les tissus ce qui prouve que les tissus de la plante hôte ont continué leur évolution sans être incommodés par la présence du parasite. Dans toute l'épaisseur du tissu on ne distingue nulle tendance à la nécrose.

Sur des coupes faites en série au microtome on peut souvent se rendre compte que la calotte de cellules nécrosées entourant le point infecté n'est pas complète et que parfois elle n'est qu'ébauchée. Dans ces conditions le parasite peut continuer à évoluer et à persister dans la plante sans toutefois provoquer d'excroissances visibles; mais les sores d'été libèrent sans cesse des zoospores qui viennent provoquer de nouvelles infections. Ce processus est favorisé par la température et l'humidité que l'on maintient au point optima.

Ce que nous venons de dire d'Ursus et de Triumph se rapporte également à Agnès,

[1] Dans le groupe III la plus grande partie des sores sont intacts sur les feuilles supérieures infectées et la région moyenne de la partie aérienne de toutes les pousses; des nécroses visibles sont limitées à la base des pousses et aux feuilles inférieures.

Fig. 1. — Massif de cellules nécrosées.
Sur Ackersegen.
Grossissement : 205 D.

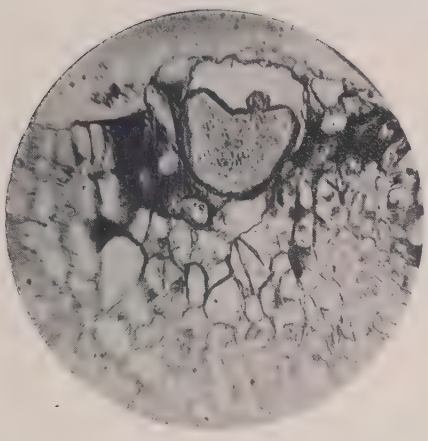


Fig. 2. — Début de migration avec zone nécrosée.
Sur Ovalgelbe.
Grossissement : 320 D.

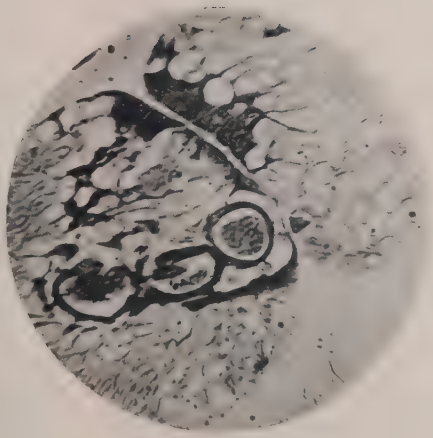


Fig. 3. — Sporanges de repos avec zone nécrosée. Massifs de cellules immédiatement tuées.
Sur Ovalgelbe.
Grossissement : 320 D.

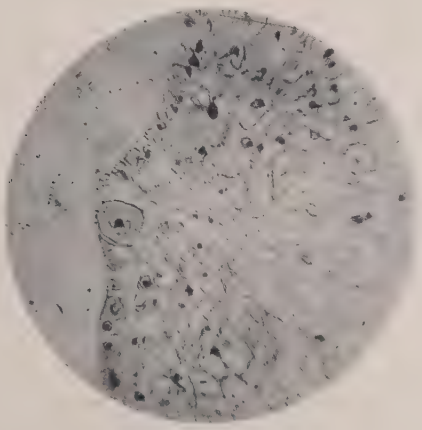


Fig. 4. — Jeune prosore entouré de cellules vides et mortes.
Sur Ursus.
Grossissement : 205 D.

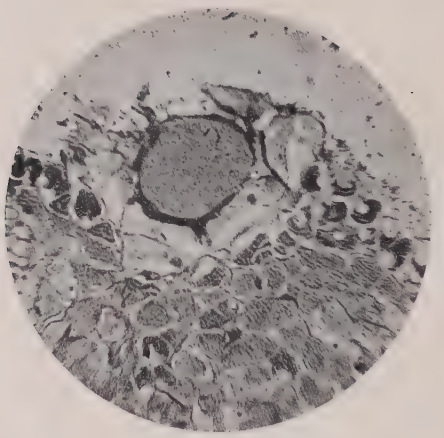


Fig. 5. — Prosore âgé entouré de cellules vides et mortes.
Sur Ursus.
Grossissement : 210 D.

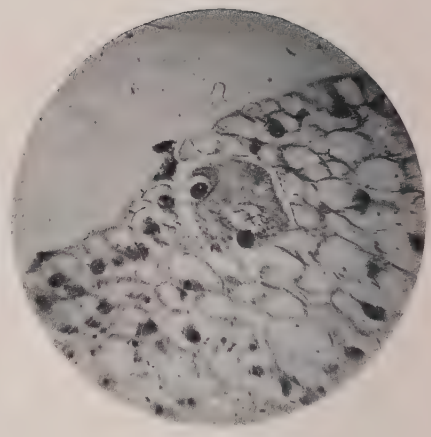


Fig. 6. — Jeune prosore repoussant le noyau. Les cellules environnantes ne réagissent pas encore.
Sur Triumph.
Grossissement : 360 D.

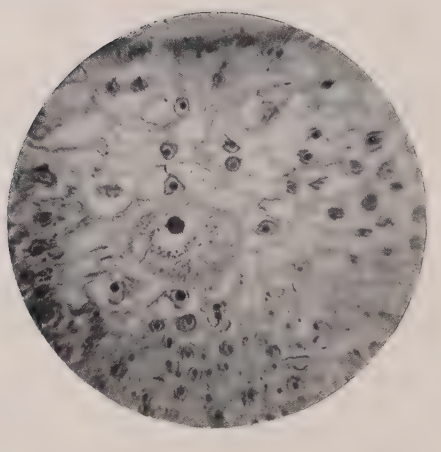


Fig. 7. — Prosore profondément enfoncé dans les tissus. Les cellules environnantes ne paraissent pas influencées.
Sur Triumph.
Grossissement : 360 D.

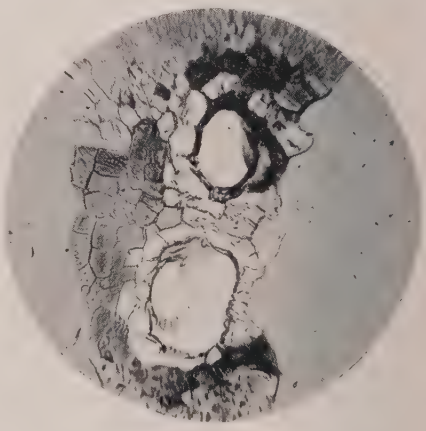


Fig. 8. — Prosores entourés de massifs de cellules nécrosées.
Sur Johanna.
Grossissement : 205 D.

qui est comparable à Ursus et à Roland 1 qui se rapproche de Triumph. Cette année-ci, en infection artificielle, Agnès est indubitablement infectée et présente des excroissances assez développées.

Nous devons ajouter quelques mots sur la variété Johanna que nous avons en essai depuis quelques années. Cette variété peut, jusqu'à présent, être classée dans le groupe 2, comme suffisamment résistante. Mais c'est une variété à réaction lente et chez laquelle le parasite ne semble pas tout d'abord susciter des troubles. Ce n'est que lorsque le champignon a déjà évolué qu'une action nécrotique intense se développe; ce sont alors de gros massifs de cellules qui sont affectées parfois assez loin du point infecté; les cellules intermédiaires se vident de leur contenu et tout le massif nécrosé s'exfolie laissant apparaître une grande cicatrice.

Sur la figure ci-dessus (coupe faite à mainlevée et sans coloration) on peut se rendre compte de l'ampleur de la zone nécrotique.

De ce qui précède il résulte que les infections artificielles provoquent chez les différentes variétés des réactions plus ou moins intenses qu'il est possible de suivre au jour le jour et que le mycologue est à même d'interpréter.

En infection naturelle, les conditions d'humidité et de température sont moins constamment favorables, et l'évolution du parasite doit être sensiblement retardée et ne doit provoquer que des nécroses plus tardives et plus incomplètes. Les cellules de la plante hôte peuvent alors se multiplier rapidement et provoquer des excroissances.

4e Groupe.

Variétés nettement sensibles. — Chez ces variétés, la formation de zones nécrosées est tout à fait exceptionnelle. La presque totalité des sores évoluent normalement. La réaction de la plante consiste dans une multiplication extrêmement intense des cellules environnant le point infecté et provoquant des excroissances dont les dimensions sont en rapport avec la variété et avec les conditions écologiques de l'année.

Discussion.

Nous venons de voir que le parasite peut pénétrer dans les tissus jeunes de toutes les variétés de pommes de terre et que ces variétés réagissent plus ou moins intensément contre l'infection. Le classement dans le groupe 4 ne souffre aucune difficulté, la présence d'excroissances plus ou moins volumineuses indique nettement que la variété est sensible. Le groupe 1 demande au moins trois essais consécutifs dont un, au moins, en champ contaminé. Si nulle trace d'infection n'apparaît, la variété peut être classée comme hautement résistante. Le classement dans le groupe 2 est nettement plus délicat et nécessite de nombreux essais tant en infection artificielle qu'en infection naturelle. Le groupe 3 ne constitue qu'un groupe d'attente.

Le seul fait de trouver le parasite dans les tissus ne peut donner que des présomptions sur la sensibilité de la variété. Il faut examiner le plus grand nombre possible de cas et apprécier si les nécroses se produisent d'une façon générale ou si l'on rencontre un nombre appréciable de cas ou le sore se développe normalement. Déjà dans le groupe 2, nous pouvons trouver des variétés qui présentent quelque danger. Elles peuvent en effet héberger le parasite sans que nul signe extérieur n'attire l'attention. Cette discrimination est du plus grand intérêt non seulement pour les variétés cultivées, mais également pour les nouvelles obtentions.

En France, où la maladie n'existe que dans les régions montagneuses à pluviosité élevée et presque exclusivement dans les jardins ouvriers, nous devons être particulièrement sévères dans l'étude du comportement des variétés. Le fait de déclarer résistante une variété présentant d'assez nombreux sporanges de repos, sans aucune extériorisation de la maladie pourrait propager le parasite dans la grande culture.

Résumé.

Le *Synchytrium endobioticum* est capable de pénétrer dans les cellules jeunes de tous les organes de la pomme de terre — à l'exception des racines.

Suivant les variétés, les celulles envahies réagissent plus ou moins fortement à l'infection par nécrose immédiate de la cellule envahie ou par une nécrose des cellules entourant plus ou moins intimement le point attaqué. Il y a alors élimination du parasite et de toute la zone morte. Chez certaines variétés la réaction de la plante hôte est nulle et le parasite peut librement évoluer.

Nous avons classé les variétés en 4 groupes :

1er groupe. — Variétés nettement résistantes où le parasite est très rapidement éliminé.

2e groupe. — Variétés suffisamment résistantes. L'élimination du parasite est plus ou moins retardée mais est toujours fatale dans la très grande majorité des cas.

3e groupe. — Variétés « douteuses ». La réaction de la plante est lente et incomplète. Le parasite peut être éliminé dans la majorité des cas, ou bien persister en assez grand nombre. Il n'y a généralement pas formation d'excroissances.

4e groupe. — Variétés nettement sensibles. La très grande majorité des sores ne subissent aucune entrave à leur évolution.

Le classement dans le groupe 4 ne suscite aucune difficulté. Si 3 essais consécutifs ne donnent aucun signe d'infection, la variété est classée dans le groupe 1. Le groupe 2 est un peu plus délicat à délimiter et nécessite une étude très poussée. Quant au groupe 3, si une hésitation subsiste même après deux années d'étude, il est préférable de considérer la variété comme faiblement sensible, car sa culture peut entraîner la dissémination de la maladie.

(*Reçu le 25 mai 1948.*)

BIBLIOGRAPHIE.

1. Bjorling (R.). — Fältförsök med Potatiskräfta ar 1944 (*Vaxtskyddsnotiser, Vaxtskyddsanst.*, Stockh., 1944.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. XXV, part. 3, p. 136, 1946.]

2. Cartwright (K.). — On the nature of the resistance of the Potato Wart disease. (*Ann. of Botany*, XL, 108, p. 391-395, 1926.)

3. Ducomet et Foex. — La maladie verruqueuse de la pomme de terre. (*Comptes rendus Acad. d'Agric. de France*, XII, 33-34, p. 935-938, 1926.)

4. Garbowski et Leszczenko (P.). — Essais sur la résistance des pommes de terre à la maladie verruqueuse. *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. (*Prace Wydziatu Chorob. Roslin Panstw.;*

Inst. Gospod. Wiejsk. w. Bydgoszcy. Trans. Phytopath. Section State. Inst. Agri. Sci. in Bydgoszcz., 9, p. 3-13, 1930.) [Résumé en français.]

5. Glynne Mary (D.). — Infection experiments with wart disease of Potatoes. Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. (*Ann. of Appl. Biol.*, XII, 1, p. 34-60, 1925.)

6. Glynne Mary (D.). — Wart disease of Potatoes : The developpement of Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. in «immune» varieties. (*Ann. of Appl. Biol.*, XIII, 3, p. 358-359, 1926.)

7. Glynne Mary (D.). — Infectivity of summer sporangia of Potato wart disease in incipient infections on varieties immune in the field. (*Nature*, CXXXIV, 3381, p. 253, 1934.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. X

8. Grünfeld. — Cinq années d'essais sur la maladie verruqueuse de la pomme de terre à la Station de protection des plantes de Liebwerd en Schluckenau. (*Ochr. Rost.*, XIV, 55, p. 70-74, 1938.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. XVII, p. 550, 1938.]

9. Köhler (E.). — Ueber die Beziehungen des Kartoffelkrebserregers (Synchytrium endobioticum) [Schilb.] Perc. zur Seinerwirtspflanze. (*Centralbl. für Bakt.*, Ab. 2, LXI, 1-4, p. 32-37, 1924.)

10. Köhler(E.). — Neue Untersuchungen über Kartoffelkrebs. (*Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst.*, XI, 5, p. 35-36, 1931.)

11. Köhler (E.). — Ueber das Verhalten von Synchytrium endobioticum auf anfälligen und Widerstandsfähigen Kartoffelsorten. (*Arb. Biol. Reichsanst. für Land und Forstwirtsch.*, XIX, 3, p. 263-284, 1931.)

12. Lemmerzahl (J.). — Zur methodik der Krebsprüfung von Kartoffelstämmen. (*Der Züchter*, III, 5, p. 132-152, 1931.)

13. Nemec (A.). — Ueber die zusammensetzung der Mineralstoffe einiger Krebsfester und gegen Krebs anfälliger Kartoffelsorten. (Vorläufige Mitteilung.) [*Die Phosphorsäure*, IV, 6, p. 352-357, 1934.] (Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. XIII, p. 723, 1934.)

14. Nemec (A.). — Beitrag zur Kenntnis der chemischen Beschaffenheit von Krebsverseuchten Kartoffelböden. (*Phytopath. Z.*, VIII, p. 303-305, 1935.)

15. Reiss (P.). — Données physico-chimiques sur une tumeur végétale infectieuse. (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, XCIII, 35, p. 1371-1375, 1925.)

16. Roach (W. A.). — Immunity of Potato variety from attack by the wart disease fungus, Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. (*Ann. of Appl. Biol.*, XIV, 2, p. 181-192, 1927.)

17. Salgues. — Les modifications biochimiques en phytopathologie. (*Rev. gén. Sci. Pur. Appl.*, XLVIII, 9, p. 237-244, 1937.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. XVI, p. 837, 1937.]

18. Shranack, Blattny (C.), Stary (B.), Novak, Robek et Nolc. — Observations sur la méthode de Glynne-Lemmerzahl pour la détermination de la sensibilité des variétés de pommes de terre à la maladie verruqueuse. (*Ochr. Rost.*, XIV, 55, p. 91-94, 1938.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. XVII, p. 550, 1938.]

19. Selaries (P.) et Rohmer (G.). — La maladie verruqueuse de la pomme de terre en Alsace. (*Ann. des Epiphyt. et de Phytogén.*, vol. I, p. 23-55, 1934-1935.)

20. Spieckermann (A.) und Kotthoff (C.). — Die Prüfung von Kartoffeln auf Krebsfestigkeit. (*Deutsche Landw. Presse*, PI, 11, 114-115, 1924.)

21. Szimanski (W.). — Études biochimiques sur la maladie verruqueuse de la pomme de terre. (*Prace Wydz. Chorob. Roslin. Panstw. Naukow. Cospod. Wiejsk. w. Bydgoszczy* [*Trans. Phytopath. Sect. State. Inst. Agri. Sci. in Bydgoszcz.*], 13, p. 141-162, 1933.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. XII, p. 718, 1933.]

22. Verplancke (G.). — Étude cytologique des verrues de la pomme de terre attaquée par le Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. (*Comptes rendus Congrès national des Sciences*, Bruxelles, p. 671-675, 1931.) [Analyse dans *Rev. of Appl. Myc.*, vol. 123, 1932.]

DOCUMENTATION.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

ROZENDAAL (A.). — **Maladie du type « Stem mottel » de la Pomme de terre.** (Ziekten van het stongelbont-type bijde Ardappel.) *Tijd. Ov. Planten*, 53e an., IV, 93, 1947.

L'auteur décrit une maladie à virus nouvelle se traduisant par une Mosaïque qui n'atteint souvent qu'une pousse par touffe. Les tubercules présentent des nécroses fréquentes souvent accompagnées de déformations. La transmission par la greffe est difficile mais a pu être réalisée. La maladie se conserve dans le sol. Certaines variétés sont très sensibles (Duke of york, Bevelander), d'autres résistantes (*Bintje. Industrie*).

P. L.

STAKMAN (E. C.). — **Les maladies des plantes sont des ennemies rusées.** (Plant diseases are shifty ennemies.) *Science in Progress*, 5e série, VII, 235-279, 1947.

Dans ce chapitre, l'auteur expose pour les non spécialistes les problèmes que pose la lutte contre les charbons et les rouilles des céréales. Après un bref rappel des croyances des anciens sur les causes des maladies de végétaux, il décrit les cycles de développement des *Puccinia* et des *Ustilago*. Il insiste sur le danger permanent constitué par l'apparition toujours possible de nouvelles races de ces champignons parasites, soit par mutation, soit par hybridation. Les blés « Thatcher » et « Newthatcher » sont donnés comme exemples des travaux effectués par les sélectionneurs pour créer des variétés résistantes aux rouilles. La race 8 de *P. graminis avenae*, qui, depuis 1942, devient de plus en plus fréquente aux U. S. A., est donnée, elle, comme exemple, du danger que représentent, pour les céréales, certaines races encore rares, mais qui peuvent brusquement se multiplier et envahir des régions où elles étaient encore inconnues.

R. LAR.

TRAITEMENTS CHIMIQUES.

LEPIGRE (A.). — **Technique de la désinsectisation.** 1 vol., 270 p., Alger, 1947.

Cet ouvrage, dont il n'existe pas d'équivalent en langue française, traite de la destruction des insectes dans les entrepôts de céréales et de légumes secs, les bois d'ébénisterie et de charpente, les lainages, les produits alimentaires divers. Il envisage aussi la désinsectisation des appartements et la lutte contre les ectoparasites de l'homme et des animaux domestiques. Les renseignements sont présentés sous une forme pratique qui n'exclut pas la rigueur scientifique. En particulier, les modes et les doses d'emploi sont indiqués avec précision. Les produits et le matériel de traitement sont décrits de façon détaillée.

Les principaux sujets traités dans l'ouvrage sont les suivants : étude des animaux nuisibles aux matières entreposées (insectes et rongeurs) Classification des méthodes de traitement et des produits. Refuges des insectes et modes de traitement : les méthodes par poudrage et par fumigation sont surtout envisagées. Désinfection des magasins, des vracs, traitement en cellules spéciales, en petits récipients, en wagons, sous vide partiel; les cas spéciaux des Acariens et des Guêpes sont envisagés. Conseils pour l'emballage de marchandises soumises à la fumigation. Description des agents insecticides; agents physiques, insecticides de contact tels que D.D.T., H.C.H., roténone, pyrèthre; insecticides gazeux tels que : SO^2, chloropicrine, naphtaline, paradichlorobenzène, CS^2, CCl^4, trichloréthylène, bichlorure d'éthylène, bromure de méthyle, oxyde d'éthylène, oxyde de propylène, acide cyanhydrique. Pour chaque produit, sont indiqués : les caractères physiques et chimiques, le mode d'obtention, l'action sur les matières traitées, les doses d'emploi, la toxicité pour l'homme. Éléments physiques des gaz intervenant dans la fumigation : diffusion, absorption, retention, ténacité. Influence de la température et de l'humidité sur les fumigations. Description du matériel de fumigation, précautions à prendre par les opérateurs, mode de dispersion et emballage des produits pour fumigation. Pratique des fumigations. Liste du matériel nécessaire au fumigateur ambulant. Thérapeutique des intoxications. Législation concernant les traitements insecticides gazeux. Bibliographie.

M. Rau.

Greenslade (R. M.) et Goscombe (E. G.). — **Le dinitro-o.cyclohexylphénol contre les Araignées rouges des arbres fruitiers.** (D.N.O.C.H.P. for control of fruit tree red spiders.) *Publ. de la Pest control Ltd, Cambridge,* 4 p., 1946 (en polycopie).

Les traitements d'hiver des arbres fruitiers au moyen de l'huile de pétrole additionnée de dinitro-orthocrésol ne tuent pas tous les œufs de Tétranyques et doivent être complétés par des traitements d'été. Pour ces traitements, le dinitro-o.cyclohexylphénol est supérieur aux lessives sulfocalciques, qui ne tuent pas les œufs d'été et nuisent au feuillage. La combinaison de dinitrocyclohexylphénol et de dicyclohexylamine est presque aussi active et peut s'employer sans danger à une concentration plus élevée : 0,5 p. 100; en deux traitements elle réduit de 70 à 100 p. 100 les populations de Tétranyques; elle combat ainsi l'action défavorable du D.D.T.

Le composé n'est pas compatible avec la nicotine qui donne le sel de nicotine du dinitrocyclohexylphénol, peu actif.

M. Rau.

Hadorn (C.). — **Peut-on combattre avec succès une épidémie de rougeot parasitaire dans nos vignobles ?** Résultats de quatre années d'observations et d'essais pratiques. *Rev. vitic.,* vol. 93, n° 7, p. 195-200, et n° 8, p. 231-236, 1947.

Après un rappel des caractères biologiques du parasite, de l'état physiologique de la vigne, des facteurs climatiques et des propriétés des produits anticryptogamiques, l'auteur fait un vaste exposé comparatif des essais qu'il a effectués pendant ces quatre dernières années. Il conclut que la combinaison Oxyde cuivreux à 0,4 p. 100 + Soufre, dans une bouillie bien étudiée, s'est révélée excellent. L'oxyde cuivreux (0,5 p. 100) et la bouillie bordelaise (1,5 à 2 p. 100) assurent une certaine protection contre la maladie, si les pulvérisations sont abondantes, bien faites et répétées à courts intervalles, mais leur efficacité est insuffisante en présence d'invasion épidémique.

M. Bar.

Bastisse (E. M.). — **Contribution à l'étude d'une thérapeutique préventive possible du court-noué des Vignes.** *Rev. vitic.,* vol. 93, n° 11, p. 334-337, 1947.

Il semble possible d'entreprendre une lutte sérieuse contre le court-noué, en conjuguant les effets de diverses techniques : sélection phytogénétique, précaution phytosanitaire portant sur les divers stades végétatifs, mesures phytopharmaceutiques utilisant certains métaux préparés sur forme de complexes colloïdaux métallosiliciques électronégatifs. L'application de substances de croissance organiques aura peut-être aussi un rôle à jouer.

M. Bar.

Pithioud (A.) et Roussel (R.). — **Expérimentation moderne contre les Vers de la grappe.** *Rev. vitic.*, vol. 93, n° 8, p. 227-230, 1947.

Parmi les différents produits organiques de synthèse vendus dans le commerce : D.D.T., H.C.H., S.P.C., phénothiazine, il semble, d'après les essais effectués, qu'actuellement seuls les produits à base de D.D.T. permettent de lutter très efficacement contre les vers de la grappe. La longue durée d'efficacité du produit doit donner la possibilité d'effectuer une seule application par génération.

M. Bar.

Rose (A. S.). — **La nicotine contre le virus jaune de la Betterave à sucre.** (Nicotine against the yellows virus of sugar beets.) *Brit. Sug. Beet. Rev.*, XV, 2, p. 66-68, 1946. (Abs. in. : *Sugar*, XIII-9, p. 51, 1941, *R.A.M.*, déc. 1947, p. 575.)

Effet positif de traitements nicotinés contre l'expansion de la Jaunisse de la Betterave par poudrage avec une poudre à 3 p. 100 de nicotine, à la soude 40 kg. par ha. Deux autres traitements sont effectués dans les dix jours qui suivent.

P. L.

D. (E.). — **Résultats de la lutte contre les Criquets. Campagne 1947.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 128, n° 43, p. 258-259, 1947.

Quelques indications sont données sur le type d'avion mis au point pour procéder à des essais de poudrages par avion, à raison de 20 à 30 kg par ha par bandes de 25 à 40 mètres.

M. Bar.

Sergent (Ed.). — **Protection des cultures contre les Acridiens par un extrait de Melia.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 129, n° 1, p. 14-16, 1948.

L'action de l'extrait de *Melia Azedarach L.* ne résulte pas d'un effet toxique, mais d'un effet répulsif qui dure au moins plusieurs jours. — Faire macérer pendant 24 heures à la température ordinaire dans un litre d'eau : 150 grammes de feuilles fraîches, ou 50 grammes de feuilles sèches ou de fruits verts ou secs. Pulvériser cette eau de macération sur les plantes à protéger.

M. Bar.

Roussel (R.). — **Lutte contre les Ephippigères.** *Prog. agric. et vitic.*, t. 127, n° 18, p. 352-353, 1947.

L'auteur donne les résultats d'essais de lutte engagée dans l'Aube : le poudrage avec un produit à base de 8 p. 100 de H.C.H. a permis de stopper immédiatement les dégâts. — Les appâts au son à base de 5 p. 100 d'arséniate de soude ou d'hexachlorocyclohexane permettent de détruire les parasites plus évolués sur la base de 100 kg à l'ha, déposé aux pieds des ceps ou en barrage.

M. Bar.

Favard (P.). — **Lutte contre les insectes souterrains.** *Prog. agric. et vitic.*, t. 127, n° 22-23, p. 429-431, 1947.

Résultats d'essais effectués dans le Gers : Vers fil de fer : arrosage avec H.C.H. à 1 p. 100, après la reprise du plant. — Vers gris le poudrage à H.C.H. à la base du plant semble donner des résultats très supérieurs à la pulvérisation ou à l'arrosage. — Courtilières : appâts à base de phosphure de zinc et de sels de thallium, ou contenant 0,5 à 0,6 p. 100 d'H.C.H..

M. Bar.

KUHNHOLTZ-LORDAT (G.). — **Substances dites « hormones herbicides ».** *Prog. agric. et vitic.*, t. 127, n° 8, p. 153-157, 1947.

Ces substances sont spécifiques, leur action est lente et basipète. Les essais d'herbicides à base d'hormones ne peuvent être efficacement conduits que si les mauvaises herbes sont parfaitement connues du point de vue systématique et du point de vue biologique. A titre d'exemples, une liste de mauvaises herbes est jointe et ces deux points de vue sont précisés. Enfin, il faut pour apprécier l'efficacité de l'herbicide, connaître le « degré de présence » de la mauvaise herbe afin d'évaluer ensuite le pourcentage de plantes détruites.

M. BAR.

DURAND-GASSELIN (L.). — **A propos de l'utilisation des hormones de désherbant dans les Vignes.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 129, n° 4, p. 56-57, 1948.

Les parties en pleine croissance dans la vigne sont très sensibles aux applications de 2.4.D., comme l'ont montré des essais auxquels s'est livré l'auteur.

M. BAR.

ROSELLA (E.). — **L'emploi des phytohormones herbicides dans les Céréales.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 127, n° 27, p. 8-13, 1947. — **Colorants nitrés ou phytohormones herbicides.** *Id.*, t. 128, n° 40, p. 198-201, 1947.

Résultats d'essais effectués en 1946 et 1947 avec des phytohormones à base de l'acide 2-4 dichlorophénoxy-acétique (2-4.D), en comparaison avec des produits à base de l'acide chloro-méthyl-phénoxy-acétique (M.C.P.A.), et avec des colorants nitrés.

M. BAR.

TRUFFAUT (G.) et HAMPE (P.). — **Sur le poudrage électrique des végétaux.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 127, n° 1, p. 17-19, 1947.

La présente application consiste à communiquer aux poudres utilisées pour la défense des végétaux une forte charge électrique; en outre un champ électrique de sens convenable est établi entre les nuages de poudre et la plante à traiter. — Brevet français: n° 899.077 du 22 octobre 1943.

M. BAR.

LACOMBE (R.). — **Nouveaux procédés de pulvérisation.** *Prog. agric. et vitic.*, t. 127, n° 24, p. 455-461, 1947.

L'auteur étudie les nouvelles méthodes de pulvérisation en comparant à la méthode actuelle dite mécanique en vue de rechercher celles qui sont capables de réduire voire même de supprimer la dépense entraînée par le transport de l'eau. Il examine successivement la pulvérisation pneumatique ou atomisation qui permet de réaliser une économie de 60 à 80 p. 100 d'eau, la pulvérisation par brouillard, et enfin le poudrage électrique.

M. BAR.

PHYTOPHARMACIE.

DUFRENOY (J.). — **Les substances anticryptogamiques organiques.** *Revue hort.*, n° 2134, p. 161-167, 1946.

L'auteur décrit la méthode d'épreuve sur spores de *Botrytis Allii* et définit le « ED ou LD 50 », dose léthale pour 50 p. 100 des spores.

De nombreuses recherches sont en cours en vue de trouver des substances secrétées par des moisissures, à l'instar de la Pénicilline, et actives contre les champignons pathogènes.

Le *Trichoderma viride* secrète la viridine qui à la dose de 5/1.000 de mgr empêche la germination des spores de *Botrytis Allii* ou de *Fusariums* (il faut 0,5 mgr de Cl2 Hg pour obtenir le même résultat).

Le *T. viride*, très commun dans les sols peut y agir par la viridine et aussi par la giotoxine. Cette dernière substance est également secrétée par certains *Penicillium*. Dans certains sols à *Bruyère* d'Angleterre elle s'oppose au développement des mycorhizes et peut ainsi empêcher le développement des Pins. Elle doit limiter le développement des champignons de fontes de semis qui se développent mieux en sol stérilisé qu'en sol non stérilisé. Le *Penicillium expansum* et le *P. clavatums* secrètent la clavacine très active contre les *Pythium* et le *Ceratostomella Ulmi*. Ce dernier champignon paraît secréter une toxine agissant sur le feuillage des arbres. Les antidotes aux toxines secrétées par les champignons sont des composés chimiques, auto-oxydables capables de céder ou d'accepter l'oxygène. Si la toxine du *C. Ulmi* est un nitrite, une oxydation la fera passer à l'état de nitrate, une réduction l'amènera à un autre stade non toxique. Dès 1936 Fron avait guéri des Ormes par injection de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoleine. Ceci a été confirmé aux États-Unis où on a montré que le diamino-benzène fournit le même résultat. Zentmeyer explique l'action de sulfate n. d'oxyquinoleine par sa combinaison avec le zinc indispensable au champignon. Il bloque aussi le fer et le cuivre. Les mécanismes de respiration et de vie sans air sont bloqués mais l'organisme n'est pas tué. Il repart en présence de zinc, fer et cuivre.

Les substances s'unissant aux métaux ont la même propriété fongistatique : *salicylaldoxime, dithiocarbamatedi-éthylsodique, acide thioglycolique, thio urée, cathécol, résorcinol, orthobenzoquinone*, etc., mais ils doivent pénétrer à l'intérieur des spores et du mycelium. Les dérivés nitrés, notamment le *4.dinitrophénol* exagèrent l'oxydation des graines et provoquent la fièvre. Ce sont de puissants fongistatiques. Les antioxydants des graines, *alcools vanillique* et *coniferylique*, *vanillate* ou *syringate de méthyle* sont aussi des fongistatiques. Il en est de même des composés phénoliques à poids moléculaires élevés.

Exagération ou bloquage des oxydations ont donc les mêmes effets fongistatiques. Leur efficacité dépend de leur solubilité dans l'eau et les graisses. Le 3-5 dinitro crésol (D.N.O.C.) à l'état de sel de sodium a été utilisé pour détruire les germes de Tavelure sur les feuilles à la surface du sol. Par ailleurs il serait souhaitable d'avoir des produits qui tout en pénétrant bien le champignon pénètrent moins la plante.

Les huiles minérales, de même que les graisses animales et végétales peuvent être un aliment pour les moisissures qui parviennent à en tirer du carbone et de l'hydrogène. Ni les carbures d'hydrogène, ni la benzine ou l'anthracène ne sont vraiment toxiques pour les champignons. L'introduction d'oxygène dans ces différents corps les rend toxiques. L'auteur cite le *tetrachloro-p-benzoquinone* ou *chloranil* connu aux États-Unis sous le nom de *Spergon* (désinfection des semences).

La *Juglone* forme oxydée de l'*hydro juglone du brou de noix* est le *5-hydroxy-1-4-naphtoquinine*, est toxique pour les champignons mais ne traverse pas la cuticule des plantes supérieures. Elle est utilisée pour protéger les Rosiers contre le *Diplocarpon Rosae*.

Le 2-3 *dichloronaphtoquinine* ou *dioxane* sert à l'imprégnation du bois. On l'a aussi pulvérisé sur Tomate (2 gr par litre) contre certains champignons et certaines bactéries. *Le Phygon* est une *dichloronaphtoquinine* résistante à la pluie et efficace contre la Tavelure du Poirier. Le *Pent chlorophénol* (*Santophen 20*) est utilisé pour la protection du bois, textiles, colle, cuir, huile, peintures, latex.

Il sert aussi à la préparation des herbicides. Tous ces composés doivent leur pouvoir à un groupement actif HC = C...C = O tel que celui des quinines et qui peut être exalté par l'incorporation de chlore ou de l'adjonction d'une chaîne latérale.

D'autres composés ont un noyau non plus hexagonal mais pentagonal, produits de secrétion de moisissures (ac. penicillique, clavacine) ou extraits de plantes vertes Crépine (*Du Crepis*) protoanemonine d'*Anemone pulsatilla* qui doivent leur action fongistatique à une lactone pentagonale non saturée.

Certains composés azotés sont également fongistatiques acide aspergillique, composés du pyrrol, dérivés de l'imidazol.

Certains de ces composés actifs contiennent également du soufre ex *di-sulfure de tetramethylthiurame* (T.M.T.D.).

P. L.

Wain (R. L.) et Wilkison (E. H.). — **Études sur les fongicides cupriques. IX. Recherches sur l'exsudat des spores de champignons.** (Studies upon the copper fungicides. IX. Investigations with the exsudate from fungus spores.) *Ann. appl. biol.*, 33, 401-405, 1946.

Les auteurs ont étudié la solution de cuivre par l'eau, par un exsudat de *Neuropora sitophila*, par des solutions des acides malique et succinique, de leurs sels de sodium, de la glycine et du mannitol. Le cuivre cédé à l'eau, à l'extrait de spores et à la solution de glycine est suffisant pour produire une action fongicide. La bouillie bordelaise alcaline peut libérer, non seulement du cuivre soluble dans l'eau, mais du cuivre sous forme d'ions complexes. On montre qu'il n'en est pas forcément de même pour les autres composés cupriques.

Dans l'exsudat des spores de *N. sitophila*, existent du mannitol, du succinate et du fumarate : aucun de ces produits ne dissout de quantités appréciables de cuivre dans la bouillie bordelaise alcaline. Le malate, indiqué par certains auteurs dans les exsudats de spores, n'a pas été retrouvé. La quantité de mannitol formée dépend du milieu nutritif sur lequel vit le champignon.

M. Rau.

Branas (J.). — **La question des soufres.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 127, n° 9-10, p. 169-174, 1947.

L'auteur discute la question posée par l'introduction sur le marché, du fait de la guerre, des soufres de minerai chargés, que certains pathologistes continuent à préconiser contre l'Oïdium, malgré les importations redevenues normales de soufre pur et malgré l'opinion de divers groupements agricoles et de pathologistes, au nombre desquels est le signataire.

M. Bar.

Branas (J.). — **A propos de récentes recherches sur les soufres.** *Prog. agric. et vitic.*, t. 127, n°s 22-23, p. 416-422, 1947.

Critique du mémoire de MM. Fouretier et Boullé rendant compte des résultats obtenus en mesurant au laboratoire l'évaporation des différents soufres (soufre pur, trituré, de minerai natif à 10, 20, 30, 97, 98 p. 100. Ces essais permettaient de soutenir qu'un produit soufré ne contenant que 30 p. 100 de soufre libre peut agir aussi efficacement qu'un soufre pur. L'auteur fait des réserves sur les conclusions de Fouretier et Boullé et rappelle les résultats obtenus par Ravaz et Gèze, en 1918, sur l'évaluation de la densité du soufre sur les organes de la vigne. (Voir la discussion de MM. Fouretier, Boullé et J. Branas, même revue, n° 47, p. 304 à 306.)

M. Bar.

Bishop (F. C.). — **La situation des insecticides.** (The insecticide situation.) *J. econ. entom.*, 39, 449-459, 1946.

Fabrications. — La guerre a entraîné aux États-Unis une grave pénurie d'antiparasitaires. En 1943, les fabrications d'arsenicaux ont été les suivantes : 33.000 tonnes d'arséniate de plomb, 7.000 tonnes d'arséniate de chaux (contre 34.000 en 1941), 1.750 tonnes de vert de Paris (contre 1.000 en 1941). Les fluorées furent les principaux produits de remplacement : 2.700 tonnes de cryolithe fabriquées en 1942 et 6.700 tonnes en 1943. Dans la lutte contre les Criquets, le fluosilicate de Na remplace l'arséniate de Na, dont on utilisait 3.300 tonnes avant la guerre. Les disponibilités en cuivre, d'abord très faibles, ont augmenté progressivement. Le pyrèthre du Japon a été remplacé par celui du Kénya (3.500 t. en 1944) et du Brésil (1.000 t. en 1944). Cet insecticide a été entièrement absorbé par l'armée. Pour l'agriculture, les habitations et le bétail, il a été remplacé par des thiocyanates organiques.

Recherches. — Le *Bureau of Entomology* a essayé, au cours de la guerre, 8.000 insecticides et 7.000 insectifuges. Pour la désinsectisation des semences, les poudres de magnésie sont efficaces à la dose de 100 grammes par quintal, lorsque l'humidité des grains ne dépasse pas 12 p. 100. Le D. D. T. à 3 p. 100 dans la magnésie est excellent à la dose de 50 grammes de poudre par quintal. Parmi les produits de fumigation, le bromure de méthyle a été développé. Le CCl^4 s'est monté plus efficace qu'on ne le pensait, mais son action est lente. Les mélanges suivants sont particulièrement recommandés : 9 parties de CCl^4 + 1 partie de dibromométhane, à raison de 250 cm^3 par quintal; 5 parties de CCl^4 + 5 parties de nitrile acrylique. Le D. D. T. est utilisé pour la fumigation des terres. Parmi les insecticides végétaux, on signale les résultats suivants : les racines d'*Erigeron affinis*, du Mexique (qui est en réalité *Héliopsis longipes)* sont toxiques pour les Mouches, les Poux, le Moustique de la fièvre jaune, pas pour les larves d'*Anopheles quadrimaculatus*. La poudre de cévadille est un vieil insecticide qui a repris de l'importance; il est douteux qu'il se développe beaucoup, car il est irritant pour les opérateurs et très toxique pour les animaux supérieurs. On en a utilisé 250 tonnes aux États-Unis en 1945, surtout contre les Punaises des plantes et les Poux du bétail; il se conserve mal en magasin. *Ryana speciosa* donne des insecticides actifs contre les Charançons des grains et les larves de Carpocapse, mais très inférieurs au D. D. T. Insecticides de synthèse : l'hydroxypentaméthylflavane est actif contre les Tétranyques; il s'ajoute aux bouillies de D.D.T. à raison de 120 grammes par hectolitre; il permet de combattre les Tiques dans le sol, aux doses de 4 à 8 kilogrammes par hectare; il serait moins toxique que le D. D. T. envers les animaux supérieurs. Le *Bureau of Entomology* estime que l'isomère γ de l'H. C. H. est sept à onze fois plus toxique que le D. D. T. pour les Mouches; dans le sol, il détruit les Tiques à la dose de 10 kilogrammes d'H. C. H. technique par hectare; c'est le meilleur produit contre les insectes du cotonnier; moins actif que le D. D. T. contre le Carpocapse. Les recherches relatives au D. D. T. ont porté sur son action envers les Abeilles, les oiseaux, les poissons, le bétail, les volailles et l'homme; on le retrouve dans le lait et la viande des animaux domestiques qui en ont absorbé; il est peu phytocide. Le dérivé diméthoxylé du D. D. T. semble présenter de l'intérêt. Le D. D. T. bromé, très toxique pour les Moustiques, est inférieur dans d'autres cas; le D. D. T. fluoré agit plus rapidement que le D. D. T. Les insecticides sulfurés créés en Allemagne n'ont d'intérêt que par leur action ovicide. Le benzoate de benzyle est actif contre les Acariens de la gale et contre les Tiques. On a signalé le synergisme de la sésamine, de l'isobutylundécylénamide, de la pipérine, de la piperonylcyclohexénone. La plupart de ces composés sont caractérisés par la présence du groupe 3.4.méthylène-dioxyphényle.

Vues d'avenir. — On vend aux États-Unis 50 millions de dollars d'insecticides et on traite 5 milliards de dollars de récoltes, sur un total de 13 milliards. Il y a donc encore un développement à prévoir dans le commerce des insecticides. En 1946, on a encore manqué de roténone et de nicotine. Il faut prévoir que le D. D. T. remplacera les autres insecticides dans plusieurs de leurs emplois. Il permettra de lutter contre des insectes non combattus jusqu'ici. Mais il ne faut pas croire qu'il résoudra tous les problèmes.

M. Rau.

Riemschneider (R.). — **Constitution et action des insecticides.** (Konstitution und Wirkung von Insektiziden.) *D. chem. techn. Fabr.*, 43, 73-74, 1947.

A la suite de l'essai de nombreux composés organiques sur *Melophagus ovinus*, les conclusions suivantes ont été obtenues : Chez les hydrocarbures halogénés, l'activité diminue lorsque le poids moléculaire de l'halogène augmente. Dans les noyaux aromatiques halogénés, l'activité est maxima lorsque les halogènes sont en position para. Lorsqu'un composé contient une partie aromatique et une partie aliphatique chlorée, le groupement Cl^3 dans la chaîne est plus actif que Cl^2 ou Cl. Le poids moléculaire des molécules actives a une limite inférieure qui est aux environs de 270. La limite supérieure oscille entre 360 et 430 environ. Aucun des insecticides de contact les plus actifs qu'on connaisse actuellement n'a un poids moléculaire qui dépasse 360. Si l'on compare des composés mixtes, aromatiques et aliphatiques, possédant 1, 2 ou 3 noyaux benzéniques, le maximum d'efficacité correspond à 2 noyaux. Chez les éthanes portant deux noyaux aromatiques, l'augmentation de poids moléculaire entraîne une variation régulière de certaines propriétés physiques, telles que la facilité de diffusion. Parmi les hydrocarbures chlorés purement aromatiques, l'optimum d'activité, pour une même teneur en chlore, appartient

aux corps ayant trois noyaux. Comme insecticides de contact, les composés purement cycliques sont supérieurs aux composés purement aliphatiques. Chez les composés mixtes, le dysymétrie est un facteur favorable. Il en est de même chez les diaryléthanes ayant une substitution unique, ou deux substitutions différentes en position para. Dans ces groupes de corps, l'introduction d'une double liaison isolée diminue toujours l'action de contact.

De nombreux exemples illustrent ces règles.

M. Rau.

Finney (D. J.). — **L'analyse d'une série factorielle de tests insecticides.** (The analysis of a factorial series of insecticides tests.) *Ann. appl. biol.*, 33, 160-165, 1946.

Quand une série de test toxicologiques insecticides présente des lignes de régression parallèles dans la relation entre le probit de mortalité et le log. de la dose, les valeurs relatives des produits peuvent être comparées simplement par l'examen des log. L.D.50. Ceci indique que, si les essais sont faits avec différentes combinaisons de plusieurs facteurs, les méthodes standard d'analyse stastistique peuvent être adaptées à l'étude des valeurs relatives des produits.

A titre d'exemple, ces calculs sont appliqués aux résultats obtenus par Potter et Gilham dans une expérience à 2^3 facteurs. Il s'agissait d'étudier l'influence des conditions de milieu, avant et après intoxication, sur la sensibilité des insectes traités, et d'évaluer l'action des adjuvants, en particulier du terpinéol, sur la toxicité des extraits de pyrèthre. Des détails sont donnés sur le parallélisme des lignes de régression, l'analyse factorielle du log. L. D. 50, l'estimation des effets moyens, des interactions et des erreurs standard, et la préparation de table sommaire.

M. Rau.

Jones (M. A.), Gersdorff (W. A.) et Mac Gowran (R.). — **Etude toxicologique comparée du *Derris* et du *Lonchocarpus*.** (A toxicological comparison of *Derris* and *Lonchocarpus*.) *J. econ. entom.*, 39, 281-283, 1946.

Des essais comparatifs sur la Mouche domestique montrent que les meilleures variétés de *Derris*, pour la production d'insecticide, sont le « Sarawak creeping » et le « Changi n° 3 ». Si on compare les analyses chimiques avec les résultats toxicologiques, on voit que la méthode colorimétrique qui donne le total roténone + roténoïde est la meilleure mesure chimique de la toxicité. Ce qui ne l'empêche pas de présenter parfois des différences considérables avec les évaluations biologiques.

M. Rau.

Bennett (S. H.), Kearms (H. G. H.), Martin (H.) et Wain (R. L.). — **Emploi des dérivés polynitrés toxiques en phytopharmacie.** III. Stabilité du dinitro-orthocrésol dans les produits commerciaux. (The use of toxic polynitro derivatives in pest control. III. The stability of dinitro-o.crésol in compounded products.) *Ann. appl. biol.*, 33, 396-400, 1946.

Dans certaines conditions, le dinitro-orthocrésol est facilement décomposé en produits de réduction dépourvus de propriétés ovicides envers les œufs du Psylle du pommier, de la Cheimatobie et de l'Araignée rouge des arbres fruitiers. Les produits commerciaux peuvent se détériorer, en particulier par suite de la corrosion des récipients métalliques qui les renferment.

A la concentration normalement utilisée en traitement d'hiver (0,1 p. 100), le dinitrocrésolate de soude est aussi actif contre les œufs de Psylle et de Cheimatobie que le dinitrocrésol, mais, contre les œufs d'Acariens, ce dernier est supérieur à son sel de soude. Les essais sur œufs sont effectués par des trempages d'une seconde, puis de deux secondes dans le liquide à étudier, avec un intervalle de quelques minutes.

Lorsque le dinitrocrésol s'altère, sa perte de toxicité est due à sa transformation en 2 amino-4 nitro-6 méthylphénol, qui ne pénètre pas dans les œufs et est inactif. On pense que la toxicité du dinitrocrésol repose sur un phénomène de réduction *in vivo*, qui perturbe le mécanisme d'oxydo-réduction.

M. Rau.

GOBLE (G. J.) et PATTON (R. L.). — **Mode d'action toxique des composés dinitrés envers l'Abeille.** (The mode of action of dinitro compounds on the honeybee.) *J. econ. entom.*, 39, 177-180, 1946.

Les pulvérisations de dinitrocrésol de de dinitrocyclohexylphénol sur les pommiers en cours de floraison sont utilisées aux États-Unis pour diminuer le nombre des fruits. Ces traitements sont dangereux pour les Abeilles. Les compogés nitrés ne se décomposent que très lentement et restent toxiques pendant un certain temps après l'application. La D. L. M. du 3,5.dinitrocrésylate de sodium est de 2,1 γ par Abeille. La toxicité des deux composés étudiés est plus grande à basse température.

M. RAU.

BUSVINE (J. R.). — **Toxicité comparée de divers insecticides de contact sur le Pou *Pediculus humanus* L. et la Punaise *Cimex lectularius* L.** (The comparative toxicity of various contact insecticides to the louse, *P. humanus* L., and the bed-bug, *C. lectularius* L.) *Ann. appl. biol.*, 33, 271-279, 1946.

Les insecticides ont été essayés, sur le Pou et la Punaise, soit par la méthode de Potter (pulvérisation de solutions huileuses), soit par trempage, soit par poudrage ou application de suspensions aqueuses. En trempage, deux modes d'action ont été reconnus : action physique et chimique immédiate, ou action d'asphyxie à retardement; les huiles minérales raffinées sont dans ce dernier cas.

L'isomère γ de l'H. C. H. est le produit le plus actif : 20 fois supérieur au D. D. T. sur le Pou et 10 fois sur la Punaise. Les pyréthrines viennent ensuite, puis le D. D. T.; l'action des pyréthrines est fortement augmentée par l'addition d'amide isobutylundécylénique, de formule $CH^2 = CH(CH^2)^8CONH.CH^2CH(CH^3)^2$. Les thiocyanates organiques, le thiocyanacétate d'isobornyle et le xonthogène sont moyennement actifs; le benzoate de benzyle l'est assez peu. Une émulsion de crésol a montré un pouvoir ovicide considérable.

Quelques expériences portant sur des extraits de graines de plusieurs espèces de *Delphinium* ont montré que leur pouvoir insecticide est dû aux alcaloïdes qu'elles contiennent : delphinine, delphisine, delphinoïdine, ajacine, ajaconine, ajacinine, delpheline, délatine et un autre alcaloïde qui n'a pas reçu de nom.

M. RAU.

TELFORD (H. S.) et GUTHRIE (J. E.). — **Action toxique alimentaire du D. D. T. sur certains vertébrés.** (Effects of aral dosage of D.D.T. on certain vertebrates.) *J. econ. entom.*, 39, 413-414, 1946.

Le D. D. T. a été administré à des animaux domestiques avec une sonde stomacale. Sur la chèvre, les accidents mortels se produisent à partir de la dose de 5,5 g. par kilogramme. La durée de survie est alors de plus de 10 jours. De légers symptômes (tremblements) se produisent à la dose de 1.5 g. Le lait n'est pas toxique. Le cheval ne présente aucune réaction à 0,26 g. par kilogramme.

Sur les poulets, le produit est donné dans des capsules de gélatine; lorsqu'on les nourrit indéfiniment avec 0,1 p. 100 de D. D. T. dans leur ration, ils meurent tous entre 3 et 10 jours. Avec le D D. T., on a eu 2 morts sur 5 en 19 et 29 jours, les autres ayant survécu indéfiniment. L'intoxication mortelle par le D. D. T. n'est précédée d'aucun sympôme.

M. RAU.

LINDQUIST (A. W.), JONES (H. A.) et MADDEN (A. H.). — **Action de la lumière sur les dépôts des bouillies au D. D. T.** (D. D. T. residual-type sprays as affected by light.) *J. econ. entom.*, 39, 55-59, 1946.

Lorsqu'une solution contenant 15 p. 100 de D. D. T. est pulvérisée sur une plaque de verre et exposée soit aux rayons ultra-violets, soit à la lumière solaire, ces deux types de lumière

diminuent dans la plupart des cas l'action du dépôt insecticide envers la Mouche domestique. L'intensité du phénomène varie suivant la nature du solvant : elle est surtout forte avec les solvants à haut point d'ébullition.

Il en résulte qué, si le D. D. T. est employé dans des conditions où sa décomposition par la lumière soit à craindre, les solvants utilisés en mélange au kérosène doivent avoir des points d'ébullition au plus égaux à celui du kérosène. Les émulsions au xylène destinées à préparer des suspensions aqueuses sont moins affectées par la lumière que les solutions.

M. Rau.

Potter (C.), Tattersfield (F.) et Gilham (E. M.). — **Essais de laboratoire sur la toxicité de contact du D. D. T., comparativement avec la nicotine, les produits roténonés et les pyréthrines.** (A laboratory comparison of the toxicity as a contact poison of D. D. T. with nicotine, derris products and the pyrethrins.) *Bull. entom. res.*, 37, 469-496, 1947.

Les produits sont mis en suspension dans l'eau et appliqués par pulvérisation sur une série d'insectes. Le D. D. T. est inférieur à la nicotine sur les Aphides, car il agit plus lentement; il lui est supérieur pour les autres espèces. Il est généralement inférieur à la roténone, sauf sur certains Hyménoptères. Les pyréthrines sont supérieures au D. D. T. dans les deux tiers des cas. Ces essais effectués au laboratoire ne donnent que les actions de contact.

M. Rau.

Ginsburg (J. M.). — **Méthodes d'analyse chimique du D. D. T.** (Chemical methods for analysis of dichlorodiphenyl-trichlorethane.) *J. econ. entom.*, 39, 175-177, 1946.

Les principales méthodes de dosage existant actuellement peuvent se classer en trois groupes :

1. *Méthodes colorimétriques.* — Coloration rouge lorsque le D. D. T. est chauffé avec de la pyridine anhydre contenant du xanthydrol et de la potasse caustique (Stiff et Castillo). Le D. D. T. dissous dans le benzène et chauffé avec du chlorure d'Al anhydre donne une coloration orange (Bailes et Payne). Traité par l'acide nitrique, repris par le benzène, puis traité par le méthylate de Na, il développe les couleurs suivantes : bleue avec l'isomène *p.p'*, pourpre avec l'isomère *o.p'*.

2. *Méthodes volumétriques.* — On dose volumétriquement, soit le Cl total, soit le Cl hydrolysable. Dans le premier cas, Fahey procède par combustion, après volatisation par une résistance électrique. L'*Association of official agricultural chemists*, modifiant la méthode de Stepanow, libère le chlore par du sodium métal dans une solution benzénique de D. D. T. Une variante de cette technique est celle de Smith et Stohlman, qui opèrent en solution dans l'alcool absolu. Le chlore hydrolysable (1 atome sur les 5 du D. D. T.) est titré, selon Neal et selon Gunther, après traitement par la potasse alcoolique 2N.

3. *Méthode gravimétrique.* — Cristol et ses collaborateurs pèsent le *p.p'* D. D. T. cristallisé, obtenu après dissolution de la matière à analyser dans l'alcool à 70° saturé par cet isomère.

M. Rau.

Haring (R. C.). — **Emploi de l'azobenzène comme acaricide et insecticide.** (Azobenzene as an acaricide and insecticide.) *J. econ. entom.*, 29, 78-80, 1946.

L'azobenzène et ses dérivés ont d'abord été trouvés toxiques pour les larves de Moustiques, à la concentration de 5 mg. par litre. Le produit a surtout été commercialisé sous forme de poudre. Son action est très spécifique. A 20 p. 100 dans la bentonite, il détruit complètement plusieurs espèces d'insectes dangereux pour l'agriculture, en particulier les Araignées rouges et *Epilachna varivestis*.

En fumigation, des pâtes à base d'azobenzène, disposées dans les serres sur les tuyaux de

chauffage, tuent 90 à 100 p. 100 des Araignées rouges. La dose d'emploi est de 0,3 g. de matière active par mètre cube d'atmosphère.

M. Rau.

Robbie (W. A.). — **Emploi des solutions de cyanure de calcium dans les expériences d'intoxications des insectes par l'acide cyanhydrique.** (The use of calcium cyanide solutions in HCN toxicity experiments with insects.) *J. econ. entom.*, 39, 400-402, 1946.

Les solutions de $(CN)^2Ca$ contenant un excès de chaux conviennent pour produire CNH en vue des intoxications d'insectes. Lorsqu'elles imbibent du coton, dans un espace clos, elles donnent des atmosphères rapidement équilibrées.

L'équilibre dépend en premier lieu de la concentration en cyanure et de la température. On a établi un tableau de concordance entre les concentrations des solutions de cyanures et celles des atmosphères en CNH.

M. Rau.

Grindley (J.). — **Toxicité envers la Truite arc-en-ciel et le Goujon de quelques substances connues pour exister dans les eaux usées rejetées dans les rivières.** (Toxicity to rainbow trout and minnows of some substances known to be present in wast water discharged to rivers.) *Ann. appl. biol.*, 33, 103-112, 1946.

Plusieurs substances dangereuses contenues dans les eaux résiduelles déversées en rivière ont fait l'objet d'essais toxicologiques sur la truite arc-en-ciel et le goujon. La grandeur mesurée est le temps pendant lequel le poisson est resté immergé dans une solution sans présenter de troubles de l'équilibre. Les essais ont été faits dans l'eau distillée et dans l'eau calcaire. Le produit le plus toxique est le dinitrophénate de soude. Viennent ensuite l'arsénite de Na, l'arséniate de Na, le picrate de Na, le chromate de K, le bichromate de K. Le chlorure et le sulfate d'ammonium sont beaucoup plus toxiques dans l'eau calcaire que dans l'eau distillée : leurs solutions dans l'eau distillée sont nettement acides, tandis qu'elles sont neutres ou légèrement alcalines dans l'eau calcaire.

M. Rau.

Goodhue (L. D.) et Riley (R. L.). **Dimensions des particules dans les aérosols produits par des gaz liquéfiés.** (Particle size distribution in liquefied gas aerosols.) *J. econ. entom.*, 39, 223-226, 1946.

Afin d'étudier les dimensions des particules d'aérosols, elles sont recueillies sur une surface non mouillée par les huiles et leur image est projetée optiquement sur un écran divisé en carrés de 5 cm. de côté, chaque carré étant subdivisé en 25 surfaces de 1 cm^2. On exprime les résultats en courbes de fréquences. La plupart des particules ont de 2 à 6 μ. Les dimensions dépendent de la nature des mélanges, mais aussi de la structure des jets. Les plus efficaces sont ceux qui permettent une baisse de pression et un début d'ébullition du liquide avant sa sortie.

M. Rau.

Mac Govran (E. R.), Fales (J. H.) et Goodhue (L. D.). — **Nouvelles formules d'aérosols dispersés au moyen de gaz liquéfiés.** (New formulation in aerosols dispersed by liquefied gases.) *J. econ. entom.*, 39, 216-219, 1946.

Dans les aérosols insecticides destinés à la destruction des Mouches et des Moustiques, la toxicité peut être fortement accrue par l'augmentation de la teneur en matières non volatiles et par l'addition de produits de synergie, tels que l'huile de sésame, la pipéronylcyclohexénone, etc. L'emploi d'insecticides, tels que le D. D. T. et l'H. C. H. est également intéressant. Le gaz carbonique est un bon agent de pression pour les petites bombes à aérosol.

M. Rau.

David (W. A. L.). — **Abondance et localisation des liquides recueillis par les insectes qui volent dans un brouillard insecticide.** (The quantity and distribution of spray collected by insects flying through insecticidal mists.) *Ann. appl. biol.*, 33, 133-141, 1946.

Lorsque la Mouche domestique ou le Moucheron de la fièvre jaune (*Aedes aegyptii*) volent à travers un brouillard insecticide finement dispersé, ils accumulent sur leurs ailes une forte quantité de produit. En colorant le produit par du Soudan III, on peut observer la localisation de l'insecticide, soit dans les ailes, soit dans les pattes des insectes. Il est possible également, par une méthode colorimétrique, d'évaluer les quantités de liquides accumulées par les insectes en vol. Cette méthode a permis en particulier d'étudier l'action des insectes et l'influence des caractères des brouillards sur les quantités de liquide accumulées.

Il en résulte, en gros, que ces quantités augmentent avec l'activité de l'insecte et les dimensions des particules du brouillard. On peut, de la même façon, déterminer les « doses léthales médianes » du D. D. T., de l'H. C. H. et des pyréthrines envers les deux insectes. Ces doses sont exprimées en surface totale des particules de brouillard. Quand celui-ci vieillit, les quantités recueillies diminuent, ainsi que la mortalité. La quantité de Soudan III déposée sur dix Moustiques est de l'ordre de 0,5 γ. Les ailes recueillent en moyenne cinq fois plus de produit que le corps.

M. Rau.

Wilson (H. F.) et Jackson (M. L.) — **Influence de la nature et de la finesse du diluant sur la toxicité des poudres roténonées.** (Effect of mineral composition and particle size in dispersants on toxicity of rotenone duss.) *J. econ. entom.*, 39, 290-295, 1946.

La présence dans les poudres roténonées de particules très fines (1 à 10 μ. et particules colloïdales) diminue beaucoup l'efficacité : elles recouvrent les grains de derris et de cubé, beaucoup plus gros, et les isolent des insectes. Les diluants grossiers (tamis 60) ont aussi une action défavorable. Les poudres moyennes (tamis 200 à 325) sont les meilleures.

Les minerais qui donnent le plus facilement des particules colloïdales sont les oxydes ferreux et ferriques et les minerais chlorétoïdes (surtout riches en éléments ferreux) qui se fragmentent très finement. Le meilleur dispersant est le quartz pur; malheureusement, il est très abrasif. Un diluant commercial, mélange de pyrophyllite, de quartz et de mica, avec peu de particules colloïdales ferreuses, a les avantages de la poudre de quartz, sans en avoir les inconvénients, en raison des propriétés lubrifiantes de la pyrophyllite.

Le talc est un bon dispersant, lorsqu'il contient peu de particules colloïdales. Les minerais de fer, ferreux ou ferriques, n'exercent aucun effet chimique défavorable sur la roténone.

M. Rau.

Turner (N.). — **Emploi des terres à diatomées comme diluants pour les insecticides.** (Diatomaceous diluents for dusts.) *J. econ. entom.*, 39, 149-158, 1946.

Quinze échantillons de terres à diatomées ont été essayés comme diluants de la poudre de derris. L'action insecticide a été mesurée sur *Aphis rumicis*. Un seul de ces diluants s'est montré supérieur à la pyrophyllite. Il n'y a pas de rapports entre l'action insecticide et les caractères physiques des charges : les plus fines ne donnent pas les produits les plus actifs.

En essais de plein champ sur *Epilachna varivestis*, le classement des diluants selon la toxicité des poudres, est en gros le même qu'au laboratoire. Les différences entre les bonnes poudres et les médiocres est plus grande en plein champ.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. P 800075.

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

RECHERCHES

SUR

LA CULTURE ASSOCIÉE DE PARASITES OBLIGATOIRES

ET DE TISSUS VÉGÉTAUX [1]

par Georges Morel,

Docteur ès sciences,

Maître de Recherches à la Station centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE :

Pages.

Introduction 127

Chapitre I. — Historique 131

Chapitre II. — Matériel 134

Chapitre III. — Culture de Tissus 137

A. Techniques générales 137

I. *Milieux de culture* 137

II. *Prélèvement aseptique des tissus* 138

a. Tiges aériennes de faible diamètre 139

b. Tissu cambial d'arbres 139

c. Racines de faible diamètre 140

d. Tissus de Crown-Gall 140

III. *Repiquages* 141

a. Repiquage de la culture primitive 142

b. Repiquage d'une souche 143

IV. *Techniques anatomiques* 143

a. Fixation 143

b. Coloration 144

[1] Ce mémoire constitue la Thèse de doctorat ès sciences naturelles soutenue par G. Morel le 16 juin 1948 devant la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

B. Développement de fragments d'organes isolés 144

I. *Développement de fragments de tiges de Lianes* 144

a. Ampélidées 145

I. Genre *Vitis* : *Vitis vinifera* 145
II. Genre *Parthenocissus* 150

1. *Parthenocissus tricuspidata* 151
2. *Parthenocissus quinquefolia* 154

III. Genre *Cissus* 154

1. *Cissus incisa* 155
2. *Cissus discolor* 155

b. Rosacées 157

I. Genre *Rubus* 157

1. *Rubus fruticosus* 157
2. *Rubus kinashii* 158
3. *Rubus reflexus* 159

II. Genre *Rosa* : *Rosa wichuraiana* 160

c. Lianes diverses 160

II. *Développement de fragments de tissus ou d'organes d'arbres* 161

I. *Crataegus monogyna* 161
II. *Pyrus communis* (Var. « Conférence ») 163
III. *Syringa vulgaris* (Var. « M^me^ Florent Stepman ») 164

III. *Développement de fragments d'organes de plantes herbacées* 167

I. *Antirrhinum majus* 167
II. Malvacées 168

1. *Malva sylvestris* 168
2. *Althea* 170

III. *Nicotiana Tabacum* 172

C. Caractères généraux des tissus repiqués 175

I. *Tissus de lianes* 175

1. *Vitis vinifera* 175

a. Tissus normaux 175
b. Tissus sensibilisés 176
c. Tissus accoutumés 178

2. *Parthenocissus tricuspidata* 179

a. Tissus sensibilisés 179
b. Tissus accoutumés 182

3. *Parthenocissus quinquefolia* 183
4. *Cissus incisa* 184
5. *Cissus discolor* 184
6. *Rubus fructicosus* 184

II. *Tissus d'arbres* 185

1. *Crataegus monogyna* 186
2. *Pyrus communis* 188
3. *Syringa vulgaris* 188

III. *Tissus de plantes herbacées* 190

1. *Antirrhinum majus* 190

2. *Malva sylvestris* ... 191
a. Souche rhizogène ... 191
b. Souche non rhizogène ... 192
3. *Althea* ... 193
4. *Nicotiana Tabacum* ... 194
a. Tissus normaux ... 194
b. Tissus accoutumés ... 194

D. Cultures de tissus de Crown-Gall ... 195
I. *Culture de tissus de Crown-Gall de* Vitis vinifera ... 195
II. *Culture de tissus de Crown-Gall d'*Abutilon avicennae ... 196
III. *Culture de tissus de Crown-Gall de* Nicotiana Tabacum ... 198

Chapitre IV. — Cultures associées de tissus végétaux et de parasites obligatoires ... 200

A. Culture du Mildiou de la Vigne ... 201
I. *Caractères généraux du Mildiou* ... 201
II. *Isolement aseptique du champignon* ... 201
III. *Inoculation des cultures* ... 202
IV. *Invasion des cultures et mode de développement du Mildiou* ... 203
V. *Repiquage du Mildiou* ... 204
VI. *Développement sur différentes espèces de Vigne* ... 205
VII. *Tentatives de culture sur des milieux inertes* ... 206
1. Milieux naturels ... 206
2. Milieux synthétiques ... 207

B. Culture de l'Oïdium de la Vigne ... 207
I. *Caractères généraux de l'Oïdium* ... 207
II. *Isolement aseptique du champignon et inoculation* ... 208
III. *Développement du champignon* in vitro ... 208
IV. *Repiquages* ... 209

C. Tentatives de cultures d'Urédinées ... 209
I. *Essais de culture de* Kuehneola albida ... 209
II. *Essais de culture de* Puccinia antirrhini ... 211
III. *Essais de culture de* Puccinia malvacearum ... 212
IV. *Essais de culture de* Gymnosporangium clavariaeforme ... 212

D. Cultures de Virus ... 214
I. *Généralités* ... 214
II. *Essais préliminaires* ... 215
III. *Culture du virus de la Mosaïque du Tabac* ... 215
1. Culture sur tissu normal ... 215
2. Culture sur tissu accoutumé ... 215
3. Culture sur tissu de Crown-Gall ... 216
4. Inoculation du virus aux cultures ... 216
5. Étude comparative de la multiplication du virus dans les tissus cultivés *in vitro* et dans la plante entière ... 217
IV. *Culture du virus X de la Pomme de terre* ... 217
1. Culture sur tissu normal ... 218
2. Culture sur tissu de Crown-Gall ... 218
3. Culture sur tissu de Jusquiame ... 218
V. *Culture du virus Y de la Pomme de terre* ... 219

Chapitre V. — Considérations générales et conclusions..... 220

A. Considérations générales sur la culture des tissus..... 220

B. Considérations générales sur la culture des parasites obligatoires..... 226

1° Cultures de champignons parasites..... 226

2° Cultures de virus..... 228

C. Conclusions..... 229

INTRODUCTION.

La plupart des microorganismes échappent à l'examen direct; leur taille insignifiante, leur infinie variété et leur étonnante faculté de pullulation empêchent en effet de les observer isolément et de les étudier avec précision; pour y parvenir il faut donc les séparer du milieu complexe dans lequel ils vivent normalement et obtenir leur développement à l'état de pureté en colonies individualisées. Cette nécessité de réaliser des cultures *in vitro* fut comprise pour la première fois par Pasteur et toute la microbiologie naquit de ses premiers travaux. Ce sont ses techniques qui, perfectionnées peu à peu, ont donné à cette science toute l'ampleur qu'elle possède aujourd'hui. Il est cependant des cas où les méthodes pastoriennes sont en défaut. En effet, certains microorganismes pathogènes sont si étroitement associés aux espèces qu'ils infectent que l'on ne parvient pas à les en séparer et à les faire croître et se reproduire en dehors de leur hôte normal. On a donné à ces êtres le nom de parasites stricts ou obligatoires.

La pathologie végétale abonde en exemples de ce genre. Des ordres entiers de Champignons, par exemple les Urédinales, les Chytridiales ou de vastes familles comme les Érysiphacées ou les Péronosporacées, sont exclusivement composés d'espèces strictement parasites. Leur étude physiologique est très difficile car le pathologiste qui désire l'entreprendre doit se contenter d'attendre que des conditions favorables lui permettent de les observer dans la nature. Il ne peut en disposer à sa guise; il est incapable d'étudier expérimentalement leur virulence, leurs modalités d'infection, les conditions de leur développement. Ces inconvénients expliquent les nombreuses tentatives faites pour cultiver *in vitro* ces Champignons suivant des méthodes analogues à celles que l'on utilise pour les espèces susceptibles de vivre en saprophytes.

Les premières tentatives ont consisté à essayer de cultiver ces parasites sur le suc cellulaire ou le protoplasme des plantes qui leur servent d'hôte. Pour cela, on a essayé de les ensemencer sur des extraits divers tels que des tissus broyés, des filtrats, des macérations d'organes, etc., mais ce fut en vain. Tout se passe, en effet, comme si les composants de la cellule végétale subissaient, au moment de la mort, des altérations qui les rendent inutilisables pour les parasites qu'ils nourrissent normalement. D'autres essais réalisés avec des milieux synthétiques n'ont pas été plus fructueux.

Les chercheurs ont donc été réduits à cultiver ces parasites obligatoires sur des plantes entières ou sur des organes détachés, feuilles, rameaux, tubercules. Or, ces organes surtout lorsqu'ils sont infectés par un parasite s'altèrent rapidement et, de plus, on ne peut en disposer que pendant la belle saison, ce qui limite les possibilités de l'expérimentation. Mais cette dernière difficulté peut être éludée par la réalisation de cultures d'organes et de tissus.

L'application de cette méthode à la pathologie a été inaugurée par les physiologistes travaillant sur les tissus animaux. A la suite des travaux de Carrel, de nombreux chercheurs ont en effet essayé de faire vivre divers agents pathogènes sur des tissus cultivés *in vitro*. Ils ont pu cultiver de cette manière diverses bactéries comme le bacille de Koch, la bactérie de la Lèpre, celle de la Diphtérie, de la Typhoïde. Le principal

but de leurs recherches n'était d'ailleurs pas la culture de ces agents pathogènes qui ne sont pas des parasites obligatoires, mais l'étude des réactions des cellules animales à leur égard. Par la suite, la culture des tissus animaux a servi pour obtenir le développement *in vitro* de certains virus que l'on ne peut cultiver autrement; grâce à cette technique on a pu obtenir le développement du virus de la Poliomyélite, ou de ceux de la Rage, de l'Herpès, de la Vaccine, etc. L'application de ces principes au règne végétal aurait dû permettre d'obtenir des résultats analogues. Malheureusement, pendant fort longtemps, toutes les tentatives effectuées pour cultiver des tissus végétaux n'ont abouti qu'à des échecs, si bien que la méthode des cultures associées était inapplicable à la pathologie végétale. Ce n'est qu'au cours de ces dernières années que Robbins et White ont réalisé la culture indéfinie de racines isolées et que les travaux de Gautheret, de Nobécourt et de White ont conduit à la culture indéfinie de tissus végétaux permettant d'obtenir, en toute saison, des cellules vivantes en pleine activité sur lesquelles on pouvait espérer cultiver les parasites obligatoires. Une voie nouvelle s'ouvrait donc pour l'étude de ces agents pathogènes et nous avons tenté de l'exploiter.

Nous avons en effet cherché à appliquer la technique des cultures de tissus à quelques parasites des plantes. Nous avons tout d'abord songé aux parasites de la vigne en raison de leur grand intérêt agronomique. Le plus redoutable est le Mildiou, champignon de la famille des Péronosporacées, qui se propage avec la plus grande rapidité et peut en quelques jours détruire la plus grande partie de la récolte de toute une région. Les moyens de traitements par les produits cupriques sont loin d'être parfaits; certaines années la récolte est considérablement réduite, aussi cette maladie demeure-t-elle la préoccupation majeure des viticulteurs. Il n'est pas douteux qu'une meilleure connaissance de la nutrition du champignon et de ses relations parasitaires avec la vigne doive fournir des moyens de le combattre plus efficacement. Nous avons aussi considéré une autre maladie de la vigne à évolution moins soudaine, l'Oïdium, causée par un champignon de la famille des Érysiphacées, qui est également un parasite obligatoire.

Nous avons pensé qu'il serait également intéressant d'étendre cette méthode des cultures associées à d'autres groupes de champignons parasites, aux Urédinales par exemple. Les Urédinales sont tous des parasites stricts et, en général, étroitement spécialisés. Chaque espèce ne se développe que sur un seul végétal, parfois même une seule variété. Cette spécificité remarquable rendait ces tentatives particulièrement intéressantes.

Nous avons enfin pensé que les cultures de tissus végétaux devaient permettre d'obtenir *in vitro* la multiplication des protéines virus, ces agents pathogènes si particuliers qui provoquent chez les plantes des maladies contagieuses connues autrefois sous le nom de maladies de dégénérescence et qu'on attribuait alors à une mystérieuse sénescence de l'espèce. L'étiologie de ces affections est l'un des chapitres les plus étonnants de toute la biologie moderne. Ces agents contagieux furent d'abord considérés comme des microbes invisibles, des inframicrobes, puis on montra que certains d'entre eux, le virus de la Mosaïque du Tabac par exemple, pouvaient être précipités comme une protéine et même cristalliser sans perdre leur activité, ce qui conduisit à les considérer comme plus voisins de certains protides que des êtres organisés. Il n'est guère surprenant que l'on ne soit jamais parvenu à cultiver ces parasites sur des milieux inertes, car il semble bien que leur multiplication exige la participation active des cellules de la plante dont ils constituent en quelque sorte des produits de dévia-

tion du métabolisme normal. On ne peut donc envisager leur culture qu'en les associant à des cellules vivantes. Cette culture associée de virus et de tissus a déjà été réalisée à plusieurs reprises. C'est ainsi que le physiologiste américain White utilisa des racines de Tomate pour cultiver le virus de la Mosaïque du Tabac (75). Il inoculait la maladie à de jeunes plantes, puis, lorsqu'elles présentaient les symptômes caractéristiques, il sectionnait les tiges et les plaçait en atmosphère humide, afin de leur faire produire des racines adventives. Il cultivait alors ces racines et constatait que le virus continuait à se multiplier au cours des repiquages successifs effectués selon sa technique classique. Segrétain entreprit des expériences analogues en utilisant des cultures de tissus de Tabac comme support du virus (67, 68). Cet auteur réussit à inoculer le virus de la Mosaïque du Tabac à des fragments de tige cultivés *in vitro*. Nous avons étendu cette méthode à deux des virus qui causent les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre, le virus X et le virus Y.

Le problème posé par ces tentatives de culture de parasites obligatoires était double. Il fallait tout d'abord cultiver les tissus de l'espèce contaminée par le parasite, puis réaliser leur infection. Le premier problème était lui-même difficile, car à l'époque où nous avons commencé nos recherches, on ne savait maintenir en survie indéfinie que des tissus de plantes possédant des organes charnus comme la Carotte, la Scorsonère, le Topinambour, ou bien encore certains tissus tumoraux. Les tissus d'espèces ligneuses comme la Vigne, sur lesquels nous désirions cultiver le Mildiou, ou ceux de diverses espèces herbacées parasitées par des Urédinées, n'avaient fait l'objet d'aucune tentative.

Quant à la seconde question, c'est-à-dire la réalisation de cultures associées, elle-même était encore complètement inexplorée, à l'exception des deux tentatives de White et de Segretain signalées plus haut. Notre travail comprendra donc deux parties : la première sera une contribution au problème général de la culture des tissus végétaux, la seconde une application de cette technique à la Pathologie végétale.

Avant d'exposer les résultats de nos recherches, nous tenons tout d'abord à exprimer notre plus vive gratitude à M. R. J. Gautheret, Professeur à la Sorbonne, qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire et nous enseigner lui-même les délicates techniques qu'il a imaginées et qui lui ont permis de réaliser pour la première fois la culture des tissus végétaux. Il n'a cessé, au cours des mois que nous avons passés dans son laboratoire, de nous prodiguer ses conseils d'autant plus précieux que ses travaux font autorité parmi les biologistes du monde entier. Nous ne saurions trop l'en remercier.

Nous remercions aussi bien vivement M. le Professeur Plantefol de l'honneur qu'il nous a fait d'accepter la présidence de notre Jury. Nous tenons également à exprimer toute notre gratitude à M. le Professeur Mangenot pour l'intérêt qu'il a témoigné à nos travaux. Nous ne saurions non plus oublier que nos premières recherches ont été effectuées à l'Institut national agronomique dans le laboratoire de M. le Professeur J. Lefèvre; les conseils qu'il nous a donnés, appuyés par sa profonde connaissance de la Biologie végétale, ont eu une grande influence sur notre orientation.

Nous n'aurions pu mener à bien ce travail si nous n'avions trouvé la situation matérielle qui nous a permis de nous y consacrer, aussi nous tenons spécialement à témoigner notre reconnaissance à M. A. Demolon, membre de l'Institut et à M. Ch. Crépin, Directeur de l'Institut de la Recherche agronomique qui, après notre nomination de chef de travaux au Centre de Recherches agronomiques, nous ont accordé toute facilité pour poursuivre ces études. Durant ces années, M. M. Raucourt, Directeur du laboratoire de phytopharmacie, nous a constamment déchargé de toute besogne administrative et matérielle et

n'a cessé de nous encourager; il a en outre assumé une part considérable dans la publication de ce mémoire; aussi tenons-nous à lui exprimer tout spécialement notre gratitude.

Il nous est également particulièrement agréable de remercier nos collègues de la Station centrale de Pathologie végétale, tout d'abord son Directeur, M. P. Limasset, l'un des rares spécialistes en France des maladies à Virus, qui a bien voulu mettre à notre disposition le matériel nécessaire à nos cultures, puis M^lle^ Augier de Montgremier qui a accepté la tâche délicate de rechercher et de doser les Virus contenus dans les cultures de tissus. Nous ne saurions oublier non plus que c'est à la Station centrale de Pathologie que nous avons acquis notre formation de pathologiste, grâce à l'enseignement bénévole de M. G. Arnaud, directeur honoraire, dont la compétence en mycologie est universellement reconnue, grâce aussi aux conseils amicaux de M^lle^ Gaudineau et de M. Barthelet.

Notre sincère et affectueuse gratitude va aussi à tous nos camarades de laboratoire qui ont fait que ces années de guerre, où la recherche était difficile, nous laissent un souvenir si sympathique et tout particulièrement G. Camus dont nous avons toujours vivement apprécié les suggestions et qui a bien voulu revoir le texte de notre manuscrit et R. Longchamp dont l'appui matériel nous a été d'un très grand secours.

Nous tenons enfin à remercier tout spécialement M. J. Vincent au talent duquel sont dues les belles photographies qui illustrent ce travail.

*
* *

A notre connaissance, les seules recherches ayant eu pour but de réaliser des cultures associées de parasites obligatoires et de tissus végétaux sont celles de White et de Segretain que nous avons mentionnées dans l'introduction de notre mémoire, aussi nous n'examinerons pas l'historique de cette question, mais nous nous bornerons à résumer dans cette partie les principaux travaux réalisés sur la culture des tissus elle-même. Nous décrirons ensuite le matériel que nous avons étudié.

Le troisième chapitre sera consacré à la culture des tissus. Il comprendra la description des techniques que nous avons utilisées, puis des caractères morphologiques anatomiques et des différentes espèces que nous avons cultivées : lianes, plantes ligneuses et plantes herbacées. Nous examinerons ensuite certaines particularités physiologiques de ces tissus.

La réalisation de cultures de quelques agents pathogènes en présence de tissus cultivés *in vitro* sont examinés dans le quatrième chapitre où nous parlerons tout d'abord de la culture du Mildiou, puis de l'Oïdium de la vigne. Nous décrirons ensuite nos tentatives de culture des Urédinales et de divers virus. Le cinquième chapitre enfin résumera les considérations générales sur ces recherches et nos conclusions.

CHAPITRE I.

HISTORIQUE.

L'histoire de la culture des tissus végétaux a déjà été exposée maintes fois. A trois reprises, White a résumé les résultats acquis par les différents chercheurs qui ont étudié ce problème (73, 76, 78). Fiedler a publié, en 1938, un article traitant également ce sujet (14) et Gautheret (16, 17, 20) dans plusieurs mémoires, a été amené à exposer de la même manière les étapes successives qui ont abouti à la réalisation de la culture des tissus végétaux. Mais, depuis quelques années, les progrès réalisés dans ce domaine ont été très rapides, si bien qu'il nous a paru utile de faire une nouvelle mise au point historique en insistant seulement sur les travaux récents. Nous ne nous proposons pas d'énumérer les nombreux mémoires consacrés à la culture des tissus végétaux, mais plutôt d'indiquer les principales tentatives dont elle a fait l'objet en nous étendant plus spécialement sur l'état qu'elle avait atteint au moment où nous avons commencé nos recherches.

C'est Haberlandt (30) qui, dès 1898, eut l'intuition du grand intérêt que pourrait présenter l'étude du développement de tissus végétaux hors de l'organisme. Dès cette époque, il essaya de réaliser des cultures de tissus. Pour cela, il isola de très petits fragments de tissus provenant par exemple de parenchyme palissadique de *Lamium purpureum*, de moelle d'*Eichhornia crassipes*, d'épidermes de *Fuschia*, d'*Ornithogalum*, etc., et il les transporta dans des milieux nutritifs variés où ils survécurent un certain temps, mais sans jamais se multiplier. Haberlandt ne pouvant comprendre les raisons de ces échecs, se découragea, et ce problème fut abandonné pendant de longues années. C'est seulement en 1917 que de nouveaux efforts furent tentés pour le résoudre. Bobilioff-Preisser (6) essaya de cultiver des cellules isolées obtenues en dilacérant des fragments de tissus dans une solution nutritive. Il observa ainsi une survie considérable de certaines cellules, mais ne parvint pas à provoquer leur multiplication. L'année suivante, Lamprecht (39) s'inspirant des premiers travaux d'Haberlandt, essaya de cultiver des fragments de feuilles de Crassulacées. Mais, au lieu de les transporter dans des milieux artificiels, il les transplantait à la surface de blessures provoquées sur des feuilles adhérant encore à la plante, de manière que les cellules vivantes puissent ainsi servir de substratum. Lamprecht ne parvint pas mieux que ses prédécesseurs à faire proliférer ses explantats. En 1919, Knudson (34) tenta sans plus de succès de cultiver les cellules qui se séparent spontanément de la coiffe des racines; en 1921, Haberlandt (31) fit une nouvelle tentative en utilisant des fragments de tissus beaucoup plus volumineux qu'au cours de ses premiers essais, mais sans obtenir de meilleurs résultats que dans ses premières expériences.

C'est alors que Kotte (35) et Robbins (63) orientèrent le problème de la culture *in vitro* dans une voie nouvelle. Ils tentèrent de cultiver des méristèmes radiculaires et leurs recherches furent rapidement couronnées de succès. Ils obtinrent pour la première fois la multiplication des cellules de ces méristèmes, et mirent au point une technique qui devait permettre à White (74) de réaliser en 1934 la culture indéfinie des racines de

Tomate et de quelques autres Dicotylédones. Ces méristèmes radiculaires cultivés *in vitro* se transformaient toujours en racines. Ils étaient donc le point de départ de cultures d'organes ayant une structure bien définie et non de véritables cultures de tissus. Malgré ces brillants résultats, le problème demeurait donc entier. Aussi, tandis que beaucoup de chercheurs suivaient la voie inaugurée par Robbins, d'autres, tels que Börger (7) [1926], Czech (13) [1926], Ulehla (72) [1928], Schmucker (65) [1929], Pfeiffer (61) [1931], etc., continuaient à subir l'influence d'Haberlandt, et s'efforçaient de réaliser de véritables cultures de tissus en isolant des fragments de parenchymes, et en les plaçant dans des milieux variés. Comme les précédentes, leurs tentatives furent entièrement négatives. La plupart des botanistes se rallièrent alors aux idées de Küster (38), qui déclarait le problème insoluble, et, en 1931, Craciun (12) résumait l'opinion générale en écrivant : « Tous les auteurs paraissent d'accord sur le fait qu'il est impossible d'obtenir de véritables cultures de tissus ».

Cependant, ces conclusions pessimistes ne parvenaient pas à convaincre tous les chercheurs, et Gautheret fut le premier à comprendre la raison de ces échecs répétés. La plupart des tentatives réalisées jusque là avaient en effet porté sur des tissus très différenciés, par exemple des parenchymes ou des épidermes composés de cellules incapables de se diviser, même s'ils demeurent sur la plante entière, tandis que d'autres mettaient en culture des méristèmes primaires qui sont incapables de proliférer d'une manière désordonnée, et reforment constamment des organes suivant un processus immuable. C'est pourquoi il abandonna la culture de ces points végétatifs, et s'adressa aux méristèmes secondaires des Dicotylédones, dont les cellules sont capables d'une prolifération désordonnée qui se manifeste lorsqu'on blesse les tiges, par la formation de cals souvent volumineux. En plaçant des fragments de tissus cambial de différents arbres, Érable, Saule, Orme, Peuplier, etc., sur des tampons de coton imprégnés de la solution de Knop glucosée, ou en les piquant dans un milieu gélosé ayant la même constitution générale Gautheret (15) [1934] obtint une prolifération intense ; les fragments isolés produisaient en quelques semaines des masses volumineuses de tissus parenchymateux et il réalisa pour la première fois de véritables cultures de tissus végétaux.

Gautheret chercha à prolonger la survie de ses cultures par des repiquages, mais il ne put les maintenir plus de dix-huit mois. Les milieux qu'il utilisait alors étaient impropres à assurer la survie indéfinie de cette catégorie de tissus. Il fallut encore plus de quatre ans de recherches pour obtenir ce résultat, qui fut annoncé presque simultanément par White (77) en décembre 1938, par Gautheret (18) en janvier 1939 et par Nobécourt (59) en février 1939. Pour y parvenir, White s'était adressé à un type de tissu très particulier. Il mettait en culture des tumeurs qui se forment spontanément sur les tiges d'un hybride de Tabac obtenu par Kostoff (*Nicotiana langsdorffii* × *N. glauca*). Le milieu de culture qu'il utilisait était une solution minérale rendue à demi solide par de la gélose, et contenant en outre, du saccharose et de l'extrait de levure. Gautheret et Nobécourt parvinrent à cultiver non pas un tissu pathologique, mais le tissu normal de la racine de carotte sur un milieu entièrement synthétique renfermant des sels minéraux, du glucose et des substances de croissance. Ces substances de croissance bien définies étaient l'Aneurine, la Cystéine et l'acide Indole β acétique.

Gautheret (19) étendit alors ces premiers résultats à des organes charnus appartenant à d'autres végétaux tels que le rhizome de Topinambour, la racine d'Endive, de Scorsonère et de Chou-navet, et, en 1941, il parvint à en isoler des souches de tissus qui prolifèrent encore. White (80, 81) de son côté, étudia d'autres tissus de tumeurs, et

il put cultiver les tissus de galles provoquées par le *Phytomonas tumefaciens* sur des tiges de Soleil et de Pervenche de Madagascar.

Ainsi, en 1943, au moment où nous avons commencé nos recherches, on était parvenu à cultiver des tissus de diverses tumeurs, et ceux de quelques plantes produisant des organes charnus. On ignorait encore si les tissus normaux de la plupart des végétaux étaient susceptibles de proliférer *in vitro*. C'est ainsi que les tissus d'espèces ligneuses comme les arbres n'avaient fait l'objet que de travaux incomplets. Les tissus des lianes dont l'élongation si rapide des tiges témoigne d'une activité intense n'avaient pas été étudiés, de même que ceux des espèces herbacées qui produisent des tiges annuelles. Enfin, tous ces essais n'avaient porté que sur des Dicotylédones.

Pour effectuer la culture des parasites obligatoires que nous nous proposions d'entreprendre, il nous a fallu tout d'abord réaliser des cultures de tissus de ces différentes catégories de végétaux, arbres, lianes et plantes herbacées.

CHAPITRE II.

MATÉRIEL.

Ainsi que nous venons de l'indiquer au cours du chapitre précédent, nos recherches sur la culture de divers parasites obligatoires nous ont amené à essayer d'obtenir le développement *in vitro* des tissus d'un grand nombre d'espèces de Dicotylédones. Avant d'exposer les résultats de nos recherches, il nous paraît utile de décrire le matériel que nous avons choisi, en indiquant les considérations qui ont guidé notre choix.

Nos premiers travaux ont porté sur la culture du Mildiou de la Vigne : *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni, champignon de la famille des Péronosporacées qui attaque la Vigne et un certain nombre de plantes voisines. Pour tenter d'obtenir son développement, nous avons dû réaliser au préalable des cultures de tissus d'espèces de Vigne facilement attaquées par ce champignon, et pour cela, nous avons tout d'abord étudié trois cépages de notre Vigne indigène *Vitis vinifera* L. (49). Ce sont les variétés « Aramon » et « Carignan », cultivées surtout dans le Languedoc pour la production du vin et « Chasselas de Fontainebleau », qui fournit du raison de table. Désirant étudier ensuite la résistance au Mildiou des différentes espèces de *Vitis*, nous avons tenté d'obtenir des cultures de Vignes exotiques présentant tous les degrés de résistance au parasite, depuis une extrême sensibilité jusqu'à l'immunité complète. Ce sont tout d'abord les espèces américaines : *V. vulpina* L., *V. rupestris* Scheele, *V. riparia* Michx, *V. arizonica* Engel. et la variété « Noah » que l'on suppose être hybride entre *V. riparia* et *V. labrusca*, puis deux espèces asiatiques *V. Coignetiae* Planch. et *V. Davidii* (Ramon) Foëx.

Les souches de tissu de *Vitis vinifera* L., que nous avons isolées au cours de nos premières recherches, nous ont ensuite servi à cultiver *in vitro* l'Oïdium de la Vigne : *Uncinula necator* (Schw.) Burr., Ascomycète de la famille des Érysiphacées.

La facilité avec laquelle ces tissus se cultivent *in vitro* nous ont incité à étudier d'autres plantes de la même famille, tout d'abord deux *Parthenocissus : P. tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch. et *P. quinquefolia* Planch. que l'on cultive dans un but ornemental sous le nom de Vigne-vierge, puis deux *Cissus : Cissus incisa* (Tor. et Gr.) Desmoul. et *Cissus discolor* Went.

Toutes les espèces que nous venons de citer sont des lianes, c'est-à-dire des végétaux dont la tige s'accroît en longueur avec une très grande rapidité, tout en demeurant relativement mince, et est incapable de s'élever verticalement sans le secours de supports. Nous pensions alors qu'il pourrait y avoir une relation entre cette rapide élongation des tiges et la facilité avec laquelle leurs tissus prolifèrent *in vitro;* aussi, désirant étendre nos cultures de parasites obligatoires, nous avons tout naturellement cherché des espèces qui attaquent d'autres lianes.

Parmi ceux-ci, les Urédinales forment un groupe très homogène d'espèces étroitement spécialisées et strictement parasites, se développant sur les végétaux les plus variés, aussi nous n'avons pas eu de peine à trouver des lianes parasitées par ces champignons. La famille des Rosacées renferme un certain nombre de plantes sarmenteuses réparties dans les genres *Rubus* et *Rosa*, qui répondent à ces conditions. Sur les tiges de *Rubus*

fruticosus L. apparaissent au printemps les pustules d'Urédospores de *Kuehneola albida* (Kühn) Magn.; au cours de l'été, ses feuilles sont envahies par le *Phragmidium violaceum* Schutz. et le *Phragmidium rubi* (Pers.) Wint.; de même, sur les tiges et feuilles de divers rosiers se développent plusieurs autres *Phragmidium*. La grande vigueur de ces plantes et le fait que les parasites apparaissent sur des tissus qui, comme ceux de la tige, sont moins différenciés que ceux des feuilles, nous paraissaient réaliser des conditions favorables pour que nous tentions la culture associée de ces Urédinées sur des tissus vivants maintenus *in vitro*. Ceci nous a amené à réaliser des cultures de tissus de trois espèces de Rubus : *R. fruticosus* L., la Ronce indigène, *R. reflexus* Ker. plante du sud de la Chine et *R. kinashi* Lev. originaire du Japon, et d'un rosier *Rosa wichuraiana* Crépin var. « American pillar », que nous avions choisi à cause de sa grande vigueur.

La facilité avec laquelle nous avons obtenu des cultures de tissus de Ronce nous a incité à étudier d'autres Rosacées ligneuses, mais non sarmenteuses, également attaquées par des Urédinées; nous avons choisi l'Aubépine : *Crataegus monogyna* Jacq. et le Poirier : *Pyrus communis* L. var. « Conférence », dont les tiges sont souvent attaquées et déformées par des *Gymnosporangium*. Le *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) Reess. forme des écidies, non seulement sur les feuilles, mais encore sur d'autres organes comme la tige ou l'ovaire de l'aubépine. *G. Sabinae* (Dicks.) Wint. attaque le Poirier de la même manière.

Cherchant ensuite d'autres Urédinées faciles à inoculer, qui se développent également sur des tissus peu différenciés nous avons choisi la rouille du Muflier : *Puccinia Antirrhini* Diet. et Holway, qui attaque avec une grande violence presque tous les organes de cette plante, puis *Puccinia Malvacearum* Mont. que l'on rencontre fréquemment au printemps sur les feuilles et les tiges de diverses Malvacées. Ceci nous a amené à essayer de réaliser des cultures de tissus de Muflier *Antirrhinum majus* L. et de diverses Malvacées, notamment de la grande Mauve (*Malva sylvestris* L.), de Guimauve (*Althea officinalis* L.), de Guimauve de Thuringe (*Althea thuringiaca* L.) et d'Abutilon d'Avicenne (*Abutilon avicennae* Gaertn.). Nous avons enfin voulu étendre cette méthode de cultures associée aux virus, et notre choix a porté sur les mieux connus, c'est-à-dire le virus de la Mosaïque du Tabac, puis le Virus X et le virus Y qui causent des maladies de dégénérescence de la Pomme de terre. Toutes les tentatives de culture de tissu de Pomme de terre effectuées jusqu'ici ont constamment échoué. Fort heureusement, il est possible de maintenir ces virus en les inoculant au Tabac et c'est en les associant aux tissus de cette plante que nous avons pu les cultiver; pour cela, nous avons tout d'abord réalisé des cultures de tissus de Tabac, *Nicotiana Tabacum* L. et nous avons choisi la variété « White Burley », qui est souvent utilisée pour l'étude de ces virus.

Nous avons groupé toutes les espèces sur lesquelles nous avons travaillé dans le Tableau suivant, en mentionnant, pour chaque espèce, les organes utilisés pour nos cultures et les parasites étudiés :

NOMS LATINS.	NOMS FRANÇAIS.	FAMILLE.	ORGANE EXPÉRIMENTÉ.	PARASITE ÉTUDIÉ.
Vitis vinifera L.....	Vigne européenne. Diverses variétés.	Ampélidées.	Tige.	*Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni. *Uncinula necator* (Schw.) Burr.
Vitis vulpina L. = *V. cordifolia* Lam.	Vigne américaine.	*Id.*	*Id.*	*Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni.
Vitis rupestris Scheel...	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*

NOMS LATINS.	NOMS FRANÇAIS.	FAMILLE.	ORGANE EXPÉRIMENTÉ.	PARASITE ÉTUDIÉ.
Vitis riparia Michx.	Vigne américaine.	Ampélidées.	Tige.	*Plasmopara viticola* (Berk et Curt.) Berl. et de Toni.
Vitis arizonica Engel	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Vitis riparia Michx. × *Vitis labrusca* L. variété «Noah».	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Vitis Coignetiae Planch.	Vigne asiatique.	*Id.*	Tige et vrille.	*Id.*
Vitis Davidii (Ramon) Foëx	*Id.*	*Id.*	Tige.	*Id.*
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch.	Vigne-vierge.	*Id.*	Tige et pétioles.	*Id.*
Parthenocissus tricuspidata (Sieb et Zucc) Planch.	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Cissus incisa (Torr et Gr.) Desmoul.	*Id.*	*Id.*	Tige.	*Id.*
Cissus discolor Went.	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Rubus fruticosus L.	Ronce.	Rosacées.	*Id.*	*Kuehneola albida* (Kühn) Magn. *Phragmidium violaceum* Schutz. *Phragmidium rubi* (Pers.) Wint.
Rubus reflexus Ker.	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Rubus kinashii Level.	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Rosa wichuraiana Crepin.	Rosier grimpant var. «American pillar».	*Id.*	*Id.*	Divers *Phragmidium*.
Crataegus monogyna Jacq.	Aubépine.	*Id.*	*Id.*	*Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) Rees.
Pyrus communis L.	Poirier var. «Conférence».	*Id.*	Tige et tissu cambial.	*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Wint.
Syringa vulgaris L.	Lilas var. «Mme Florent Stepman».	Oléacées.	Tige.	
Antirrhinum majus L.	Muflier.	Scrofulariacées.	*Id.*	*Puccinia Antirrhini* Diet. et Holway.
Malva sylvestris L.	Mauve.	Malvacées.	*Id.*	*Puccinia malvacearum* Mont.
Althea officinalis L.	Guimauve.	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Althea thuringiaca L.	*Id.*	*Id.*	*Id.*	*Id.*
Abutilon avicennae Gaertn.	*Id.*	*Id.*	Tige et tumeurs.	*Id.*
Nicotiana tabacum L.	Tabac var. «White burley».	Solanées.	*Id.*	Virus de la Mosaïque du Tabac. Virus de la Mosaïque du Concombre. Virus X, Virus Y de la Pomme de terre.

CHAPITRE III.

CULTURE DES TISSUS.

A. TECHNIQUES GÉNÉRALES.

La réalisation de cultures de tissus végétaux est, en grande partie, conditionnée par la création d'un milieu nutritif convenable et de conditions adaptées à la nutrition des cellules que l'on veut cultiver. Les techniques que nous avons utilisées sont inspirées de celles qui, imaginées par Gautheret (20), lui ont permis d'obtenir pour la première fois la survie indéfinie des tissus de Carotte. Elles en diffèrent cependant par quelques détails, car le matériel que nous avons employé nous a obligé à modifier les procédés culturaux imaginés par cet auteur, en les adaptant aux problèmes que nous devions résoudre. Nous indiquerons tout d'abord les milieux de culture que nous avons utilisés, puis les diverses méthodes employées pour prélever aseptiquement les tissus et pour effectuer le repiquage des cultures. Nous examinerons enfin les procédés dont nous nous sommes servis pour étudier la structure de ces tissus.

1. Milieux de culture.

Les milieux de culture employés sont relativement simples; ils renferment, dissous dans l'eau des sels minéraux, un aliment glucidique, diverses substances de croissance, et sont solidifiés par de la gélose.

L'eau utilisée dans la préparation des milieux doit être très pure, et dépourvue de tout élément organique ou minéral. L'eau distillée généralement employée dans les laboratoires est obtenue en faisant usage d'alambics métalliques et ne peut convenir pour cet usage, car elle renferme des traces de métaux lourds très toxiques et notamment de cuivre. Il convient donc de la distiller et de la conserver dans des appareils en Pyrex.

Les sels minéraux renfermant les aliments plastiques nécessaires à la croissance de toute plante supérieure, sont fournis par la solution de Knop [1] qui est utilisée après dilution de moitié. Elle est additionnée au moment de l'emploi de très faibles

[1] Solution de Knop diluée de moitié :

Eau distillée dans le Pyrex	1.000 cm³
Nitrate de Calcium $(NO^3)^2$ Ca, $4H^2O$	0,50 gr.
Nitrate de Potassium NO^3K	0,125 gr.
Sulfate de Magnésium SO^4Mg, $7H^2O$	0,125 gr.
Phosphate monopotassique PO^4H^2K	0,125 gr.

Dissoudre les quatre premiers sels sans précautions particulières; ajouter ensuite le phosphate monopotassique broyé, et agiter constamment jusqu'à dissolution complète, de façon à éviter la précipitation du calcium et du magnésium sous forme de phosphates, par suite d'une concentration locale de la solution.

quantités d'éléments oligodynamiques qui sont contenus dans la solution de Berthelot [1] légèrement modifiée par suppression du calcium que l'on apporte déjà avec le liquide de Knop et par addition d'Iode qui favorise la multiplication cellulaire. Nous ajoutons une goutte de cette solution pour 100 centimètres cubes de milieux.

Comme aliment glucidique nous avons uniquement utilisé le glucose pur à des concentrations variant de 3 à 5 p. 100.

Les substances de croissance sont incorporées sous forme de solution aqueuse au moment de la préparation des milieux de culture. Nous utilisons le chlorhydrate de cystéine à la concentration de 10^{-5} et l'aneurine à la concentration de 10^{-6}. L'acide pantothénique est ajouté à l'état de pantothénate de calcium, l'inositol et la biotine sous forme de solutions du produit pur. Nous n'avons d'ailleurs utilisé ces trois dernières substances qu'exceptionnellement, seulement dans le cas de tissus d'arbres et de plantes de la famille des Malvacées. Comme hétéroauxine, nous utilisons le plus souvent l'acide naphtyle acétique, qui présente l'avantage d'être plus stable à la lumière que l'acide indole-β-acétique. Ces substances sont également incorporées sous forme de solution aqueuse et utilisées à des concentrations variant de 10^{-8} à 10^{-6}.

Les tissus isolés ne supportent pas l'immersion à l'intérieur des milieux liquides, c'est pourquoi ceux-ci sont toujours solidifiés par de la gélose utilisée à la concentration de 1,2 p. 100. La gélose est physiologiquement inactive; son rôle est donc purement mécanique.

Pour préparer les milieux de culture on commence par diluer de moitié la solution de Knop, on lui ajoute les oligo-éléments, le glucose, les substances de croissance, puis la gélose, et on porte lentement à l'ébullition pour obtenir la dissolution complète de ce dernier produit. La solution nutritive est ensuite filtrée, puis répartie dans des tubes de culture de 16 centimètres de long sur 24 ou 30 millimètres de diamètre, et enfin stérilisée à l'autoclave à 110° pendant 20 minutes. A condition que les milieux ne soient pas alcalins, ce qui est habituellement le cas, toutes ces substances peuvent supporter 110°; toutefois, il ne faut pas dépasser cette température, car alors la vitamine B_1 s'hydrolyse assez rapidement; les autres facteurs de croissance, hétéroauxine, cystéine, inositol, acide pantothénique et biotine, sont, au contraire, thermostables.

2. Prélèvement aseptique des tissus.

Le prélèvement aseptique des tissus constitue l'opération la plus délicate de toute la technique; le soin que l'on apporte à la réaliser conditionne, en grande partie, la réussite de la culture. Il n'existe pas de méthode vraiment générale, mais plusieurs procédés adaptés chacun à un matériel donné. Nous décrirons successivement les méthodes que nous avons employées pour les tiges minces de plantes herbacées ou

[1] Solution de Berthelot modifiée :

Eau	1.000 cm³
Sulfate ferrique $(SO^4)^3Fe^2$, $9H^2O$	50 gr.
Sulfate de Manganèse SO^4Mn, $7H^2O$	2 gr.
Iodure de Potassium IK	0,5 gr.
Chlorure de Nickel Cl^2Ni, $6H^2O$	0,05 gr.
Chlorure de Cobalt Cl^2Co, $6H^2O$	0,05 gr.
Sulfate de Titane $5TiO^2$, SO^3, $5H^2O$	0,20 gr.
Sulfate de Zinc SO^4Zn, $7H^2O$	0,10 gr.
Sulfate de Cuivre SO^4Cu, $5H^2O$	0,05 gr.
Sulfate de Glucinium SO^4Be, $4H^2O$	0,10 gr.
Acide Borique BO^3H^3	0,05 gr.
Acide sulfurique à 66° Bé	1 cm³

ligneuses, pour le tissu cambial des arbres, pour les racines minces et enfin pour les tissus de Crown-Gall.

a. *Tiges aériennes de faible diamètre.* — L'isolement aseptique de fragments de tiges aériennes est facilement réalisable : en effet, la surface de ces organes est peu riche en microorganismes, si bien que l'on peut éviter les stérilisations profondes utilisées pour les organes souterrains par Gautheret, et qui sont inapplicables dans le cas présent, en raison de la position superficielle de la zone génératrice. Nous opérons donc de la manière suivante : les tiges soigneusement débarrassées de leurs feuilles, vrilles, stipules etc... sont découpées en fragments de 30 centimètres de long, que l'on plonge rapidement dans de l'alcool à 96°. Ce trempage permet d'éliminer l'enduit cireux qui recouvre fréquemment les organes aériens et assure donc un mouillage complet de leur surface sans interposition de bulles d'air. Les fragments sont retirés de l'alcool après quelques secondes et plongés sans lavage préalable dans une solution d'hypochlorite de calcium à 70 grammes par litre [1]. Les organes restent pendant une demi-heure au contact de cette solution. La cuticule qui recouvre la tige est suffisamment imperméable pour que les tissus internes ne soient pas tués par ce traitement, alors que s'ils avaient été épluchés, ils auraient été en grande partie détruits par l'hypochlorite; après une demi-heure, les tiges sont retirées de la solution, essuyées avec du papier filtre stérile, puis rincées à deux reprises avec de l'eau stérile.

Après ce lavage, on épluche les organes; pour cela, on les retire de l'éprouvette dans laquelle ils baignent dans l'eau, on les trempe dans l'alcool et on les place rapidement entre deux feuilles de papier stérile. On élimine ensuite l'épiderme en raclant très légèrement avec un scalpel tranchant. On effectue cette opération en maintenant la tige sous une feuille de papier stérile. L'organe ainsi épluché est de nouveau trempé pendant quelques instants dans de l'alcool à 95° pour en parfaire l'aseptie; puis, après rinçage à l'eau stérile, on le découpe en petits tronçons de 1,5 à 2 centimètres de long. Les fragments ainsi obtenus ne sont pas symétriques. Ils possèdent deux extrémités qui n'ont pas les mêmes propriétés. En général, seule l'extrémité radicale de l'explantat, c'est-à-dire celle qui est normalement tournée vers la racine est capable de se développer. Or, comme le contact du milieu inhibe souvent la croissance, cette partie doit se trouver à l'air libre. Il convient donc au cours des opérations de stérilisation de repérer soigneusement l'orientation des tiges de façon à pouvoir après découpage, planter verticalement le fragment dans la gélose dans une position inverse de celle qu'il occupe dans la plante, de façon que son extrémité radicale tournée vers le haut ne soit pas en contact avec le substratum.

Les tubes de culture bouchés avec un tampon de coton sont ensuite obturés presque hermétiquement, au moyen de petits carrés de papier d'étain de 7 centimètres de côté stérilisés à l'autoclave. Ce capuchonnage a pour but de maintenir l'atmosphère du tube saturée de vapeur d'eau et d'éviter la concentration du milieu par évaporation. Cette méthode permet dans les cas les plus favorables d'obtenir jusqu'à 90 p. 100 de cultures aseptiques.

b. *Tissu cambial d'arbres.* — Au cours de ses premières recherches sur la culture du tissu cambial d'arbres, Gautheret effectuait ses prélèvements directement sur le terrain. Cette technique présente certains inconvénients matériels dont le principal est de néces-

[1] Pour préparer cette solution, on ajoute 70 grammes d'hypochlorite de calcium titrant 200° chlorométriques dans 1 litre d'eau, on agite continuellement pendant 10 minutes, et l'on filtre enfin sur papier très épais.

siter le transport en pleine forêt, souvent à une grande distance des objets aseptiques nécessaires à la réalisation des cultures. De plus, lorsque l'on travaille en plein air, les contaminations accidentelles par les germes de microorganismes qui flottent dans l'air sont beaucoup plus fréquentes que dans une salle spécialement aménagée ; aussi, avons-nous adopté la méthode suivante, permettant d'opérer au laboratoire. On fait débiter un tronc d'arbre ou de grosses branches en bûches de 1 mètre de long, qui peuvent rester vivantes très longtemps, et même se développer pour produire des pousses feuillées ; ces branches sont ensuite transportées au laboratoire, où a lieu le prélèvement, La bûche est entièrement lavée à l'alcool avant d'être introduite dans la pièce réservée au travail aseptique. Dans cette salle, l'opérateur, à l'aide d'un couteau à deux manches semblable à une plane de menuisier, enlève sur une large surface, à l'endroit où il désire effectuer les prélèvements, la partie subérifiée et brune de l'écorce. Après un nouveau lavage à l'alcool, il élimine la partie la plus superficielle du liber, puis découpe avec la pointe d'un scalpel le tissu cambial toujours adhérent au bois en fragments rectangulaires de 1 cm. $\times$ 2 cm. ; au moyen de pinces fines, il saisit alors ces fragments par un angle et les sépare du bois auquel ils n'adhèrent que faiblement ; pour terminer, ces fragments sont ensemencés comme précédemment en les plantant dans des milieux gélosés. Le tissu cambial des espèces que nous avons étudiées ne présente pas de polarité très nette, si bien que nous n'avons pas tenu compte de l'orientation des fragments au moment de leur mise en culture.

Cette méthode de prélèvement assure une moins bonne asepsie que la précédente et le nombre de cultures stériles ne dépasse jamais 60 à 70 p. 100.

c. *Racines de faible diamètre.* — Le prélèvement aseptique des tissus d'une racine est plus délicat à réaliser que celui d'un fragment de tige ; les microorganismes qui pullulent dans le sol sont en effet beaucoup plus nombreux que ceux qui vivent à l'air libre ; de plus, au cours de la croissance de la racine, il se forme constamment des radicelles dont la plupart meurent en peu de temps ; ces radicelles se décomposent après leur mort et permettent aux microorganismes de s'introduire dans la profondeur des tissus. Pour réaliser des prélèvements sur ces organes, nous opérons de la façon suivante : on les épluche très légèrement afin d'éliminer les parties superficielles plus ou moins imperméables, et on les plonge pendant dix minutes dans une solution d'hypochlorite de calcium à 70 grammes par litre. On leur fait subir alors un second épluchage également très superficiel, de manière à éliminer les tissus tués par l'hypochlorite, ainsi que la majeure partie des bactéries et des champignons. On les plonge ensuite une seconde fois dans l'hypochlorite pendant dix minutes également, afin de détruire les germes qui auraient pu échapper au premier traitement, ; un troisième épluchage enlève les cellules tuées par ce second trempage ; on rince ensuite l'organe à l'eau stérile et on découpe les racines en tronçons de 1,5 à 2 centimètres qui sont finalement ensemencées comme des fragments de tige. L'expérience nous a montré que les résultats obtenus par deux traitements successifs à l'hypochlorite sont, en ce cas, bien supérieurs à ceux que l'on obtient en faisant agir le désinfectant en une seule fois. On peut réaliser ainsi l'asepsie d'organes très minces sans en éliminer une épaisseur de plus de 1 millimètre.

L'efficacité de cette méthode varie évidemment avec la nature des organes traités, elle est généralement moins sûre que les précédentes et permet rarement d'obtenir plus de 50 p. 100 de cultures aseptiques.

d. *Tissus de Crown-Gall.* — Les tissus de Crown-Gall renferment des cellules de *Phyto-*

monas tumefaciens qu'il convient d'éliminer au cours du prélèvement. Celles-ci sont heureusement peu nombreuses et ordinairement localisées à la périphérie de la tumeur ce qui rend possible le prélèvement aseptique des tissus internes. Il faut pour cela attendre que le Crown-Gall soit assez volumineux, mais en grossissant, la tumeur, au lieu de demeurer homogène, se fissure profondément et divers microorganismes peuvent alors pénétrer par ces fissures. En pratique, c'est environ deux mois après l'inoculation de la bactérie qu'il convient d'effectuer le prélèvement. Étant donné que ces tumeurs sont généralement peu volumineuses, on doit leur faire subir un traitement analogue à celui utilisé dans le cas des racines de faible diamètre, c'est-à-dire qu'après les avoir épluchées légèrement, on les trempe pendant dix minutes environ dans la solution d'hypochlorite à 70 grammes par litre, puis on les épluche une seconde fois, et l'on fait agir à nouveau le désinfectant pendant dix minutes avant de procéder à l'épluchage définitif. En ce cas, la proportion de cultures aseptiques varie beaucoup avec l'espèce. Les tumeurs de certaines plantes comme la Vigne paraîssent ne renfermer que très peu de cellules bactériennes, d'autres au contraire, comme celles de *Datura*, en contiennent beaucoup. Si bien que dans certains cas (Vigne) presque toutes les cultures sont aseptiques, alors que dans d'autres au contraire (*Datura*) presque toutes sont contaminées par le *Phytomonas*.

III. Repiquages.

Les fragments d'organes mis en culture sont très hétérogènes, aussi leurs différents tissus se développent-ils très inégalement. Certains, par exemple le bois, ne prolifèrent pas, d'autres au contraire, comme le tissu cambial, s'accroîssent d'une manière très active; cette croissance est fréquemment polarisée, et dans ce cas, seule l'extrémité radicale du fragment produit un cal important. D'autres fois, les proliférations ne sont abondantes qu'à l'intérieur du milieu comme si ce dernier activait le développement des tissus par son contact direct. Dans certains cas enfin, de nouveaux organes, tiges ou racines, apparaissent sur les néoformations. L'observation d'un fragment de tige ou de tissu cambial montre que la croissance s'installe plus ou moins vite. Au bout de quelques jours, le fragment se modifie. Il augmente de volume et produit des mammelons parenchymateux qui deviennent rapidement volumineux, continuent à s'accroître pendant quelques mois, puis cessent de se développer et les tissus meurent ensuite. Si l'on veut maintenir l'activité de la culture, il faut, avant que la croissance ne se relentisse, isoler un fragment de tissu dans la partie qui est en voie de prolifération intense, et le transporter sur un milieu neuf où il puisse continuer à se développer. Ceci constitue l'opération du repiquage.

Les cultures repiquées ne tardent pas à se modifier; chez certaines espèces, la prolifération est généralisée et tout l'explantat se transforme, augmente de volume, prend une forme globuleuse; chez d'autres, au contraire, la croissance est limitée à certaines régions privilégiées sur lesquelles apparaissent en des points limités de petits massifs de parenchyme, en voie de croissance active. Ces massifs se développent rapidement, certains se soudent entre eux et l'explantat primitif se recouvre ainsi, sur un ou plusieurs côtés, de tissus néoformés, alors que le reste se modifie à peine.

Parfois, les néoformations possèdent d'emblée un aspect différent des tissus normaux; dans d'autres cas les tissus se transforment très lentement, leur surface qui était lisse devient de plus en plus mamelonnée, ils élaborent moins de chlorophylle. Certaines espèces perdent à la longue la faculté d'émettre des racines. Après le premier repiquage, les tissus ne sont pas encore accoutumés à la vie *in vitro*, la croissance est souvent irrégu-

lière. Ils demeurent très fragiles. Certaines cultures se développent activement, d'autres, au contraire, très faiblement, et meurent au bout de quelques temps. Puis, peu à peu, les tissus se modifient sous l'effet de la culture ; ils deviennent moins délicats et s'accoutument à la vie *in vitro*. Leur repiquage devient alors beaucoup plus aisé. Ceci explique que le repiquage primitif, qui a pour but d'isoler les tissus néoformés, encore très délicats, des tissus préexistants, soit très différent du repiquage d'une souche ; il constitue en quelque sorte un prélèvement secondaire. Aussi, nous décrirons séparément le repiquage des cultures primitives et des souches anciennes.

a. *Repiquage de la culture primitive.* — Étant donnée la fragilité des tissus néoformés,

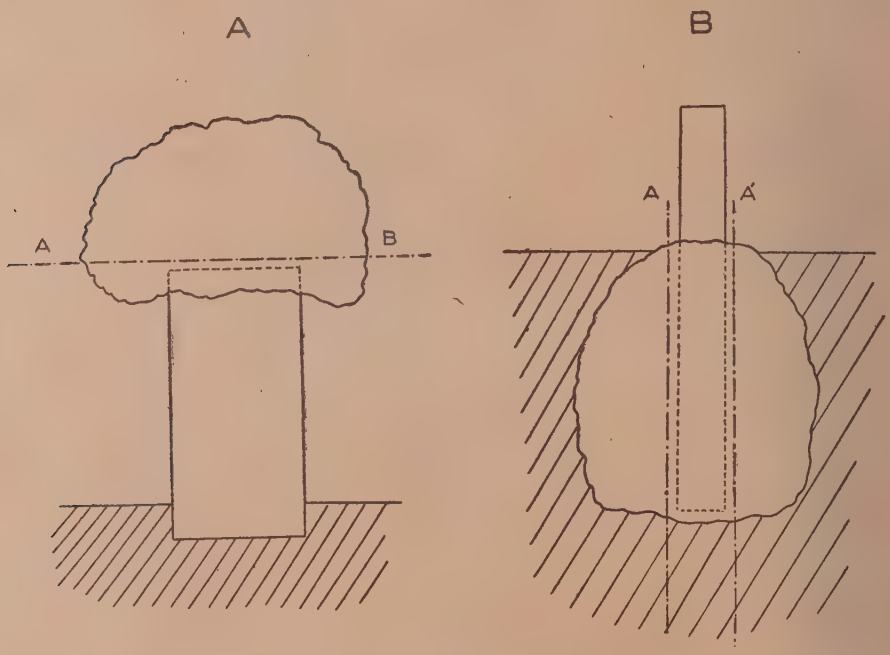


Fig. 1. — Repiquage des cals formés par des fragments de tige :

A. Cal formé à l'air libre ; on le détache d'un trait de scalpel suivant la ligne AB.

B. Cal formé à l'intérieur du milieu ; on le détache par deux traits de scalpel parallèles A et A'.

il faut apporter de grands soins à cette opération. On doit commencer par examiner soigneusement toutes les cultures, afin d'éliminer celles qui sont infectées, mal développées, ou en voie de nécrose. On enlève alors la capsule d'étain qui obture le tube de culture, on lave ce dernier à l'alcool, puis avec une pince on retire l'explantat du tube et on le transporte dans une boîte de Petri stérile où on peut l'examiner à loisir et le découper à l'abri des germes de microorganismes qui flottent dans l'air. Le découpage des tissus s'opère différemment selon que la prolifération a eu lieu à l'air libre ou à l'intérieur du milieu.

Dans le premier cas (fig. 1 A) nous repiquons ces cultures de la manière suivante : nous commençons par éliminer les organes tiges ou feuilles qui se sont éventuellement formés sur le cal, puis nous détachons ce dernier d'un trait de scalpel passant au niveau du raccord des tissus néoformés et des tissus préexistants. Si ce cal n'est pas trop

volumineux (moins de 0,5 cm. de diamètre) nous le transportons en entier sur un milieu neuf en appliquant la partie blessée par la lame du scalpel contre la surface de la gélose ; s'il est plus gros, nous le découpons en deux ou quatre fragments que nous repiquons séparément.

Dans le second cas, c'est-à-dire lorsque le cal se forme au contact du milieu de culture, nous opérons de la manière suivante : nous séparons des tissus préexistants la majeure partie des néoformations par deux traits de scalpel parallèles qui suivent les contours primitifs de la tige (fig. 1 B). Les deux fragments ainsi détachés sont ensuite transformés en cubes grossiers avant d'être placés dans un tube de milieu neuf. Nous avons remarqué qu'il y a intérêt au cours de cette première opération, à ne pas repiquer de fragments trop petits. Il faut en effet que les explantats ne mesurent pas moins de 5 millimètres de côté et que leur poids ne soit pas inférieur à 100 milligrammes. Dans les deux cas, les tubes ayant été ensemencés sont obturés d'une manière presque hermétique avec du papier d'étain stérile.

b. *Repiquage d'une souche.* — Les cultures provenant de souches anciennes forment généralement des masses homogènes qui s'accroissent d'une manière diffuse, leur repiquage est alors très simple : comme précédemment après avoir retiré la capsule d'étain qui obture le tube, on lave ce dernier à l'alcool, on extrait rapidement la colonie pour la placer dans une boîte de Pétri stérile, on la découpe alors en fragments réguliers de 0,5 cm. de côté que l'on porte rapidement sur un nouveau milieu, en prenant soin de les enfoncer très peu dans la gélose.

Il arrive parfois que le développement soit irrégulier et confiné en certaines régions de l'explantat, tandis que d'autres parties se nécrosent ou forment des amas de cellules géantes sans consistance. En outre, certains tissus produisent des organes tiges ou racines. Il faut au cours du repiquage éliminer ces organes, ainsi que les parties molles et nécrosées incapables de proliférer, pour ne garder que les tissus sains et fermes. Après cette opération, les tubes sont ensuite obturés de manière presque hermétique à l'aide d'une feuille de papier d'étain stérilisée.

IV. Techniques anatomiques.

Pour analyser la prolifération des cultures nous avons eu recours à des examens anatomiques. Nous croyons utile de décrire sommairement les techniques utilisées pour la réalisation des préparations destinées à ces examens. Cette réalisation comprenait les opérations suivantes : fixation des tissus, inclusion dans la paraffine, confection de coupes et enfin coloration.

a. *Fixation.* — Nous avons toujours utilisé comme fixateur le Picroformol de Bouin préparé au moment de l'emploi ; ce fixateur a la composition suivante :

Solution aqueuse saturée d'acide picrique	30	volumes.
Formol à 40 p. 100	10	—
Acide acétique cristallisable	2	—

Ce fixateur est très pénétrant, et d'un usage commode pour les objets volumineux comme les cultures de tissus ; on peut les y laisser longtemps, sans qu'ils s'altèrent. En pratique, la durée de fixation que nous avons adoptée est de deux jours. Il n'est pas nécessaire de laver à l'eau après fixation. Il suffit de transporter les pièces dans l'alcool

à 90° qu'on change plusieurs fois. Nous avons fixé de cette façon soit des colonies entières, soit simplement les néoformations apparues sur les fragments. Après inclusion dans la paraffine, les objets étaient coupés en série au microtome Minot. Nos coupes avaient le plus souvent 12 μ d'épaisseur, les objets hétérogènes renfermant des parties dures et ayant tendance à se déchirer étaient coupés à 20 μ. Dans certains cas, cependant, notamment pour l'étude de la prolifération de tiges très lignifiées comme celles de Vigne ou d'Aubépine, nous avons dû renoncer à ce procédé, car toutes les coupes se déchiraient, ou la partie ligneuse s'émiettait; nous avons alors fait des coupes plus épaisses à main levée.

b. *Coloration.* — Les coupes collées et déparaffinées étaient ensuite traitées par la méthode de double coloration au bleu de méthylène et rouge de ruthénium. Pour cela, on colorait chaque préparation pendant cinq minutes par du bleu de méthylène aluné (bleu de méthylène 1, alun de potassium 10, eau 100); on lavait à l'eau et on colorait à nouveau pendant cinq minutes avec une solution de rouge de ruthénium, préparée au moment de l'emploi en ajoutant une trace de ce produit à quelques centimètres cubes d'eau ammoniacale, dans un verre de montre, de façon à obtenir une coloration rouge foncé. Les préparations étaient ensuite montées au baume de Canada.

Par cette méthode les cellules à parois cellulosiques se colorent en rouge, les vaisseaux et les éléments lignifiés en bleu violacé. D'autres constituants cellulaires sont également colorés comme les mucilages qui prennent une teinte rouge intense, et les tannins qui deviennent violet foncé.

B. DÉVELOPPEMENT DE FRAGMENTS D'ORGANES ISOLÉS

Nous commencerons par considérer le développement de fragments d'organes isolés des différentes catégories de végétaux que nous avons étudiés : Lianes, Plantes ligneuses et Plantes herbacées.

I. Développement de fragments de tiges de lianes.

Nos premières recherches ont porté sur la culture des tissus de Vigne; le développement remarquable de ces tissus *in vitro* nous a incité à étudier des espèces ayant une croissance analogue, c'est-à-dire d'autres Lianes. Les Lianes sont des végétaux dont les tiges s'accroissent en longueur avec une très grande rapidité tout en demeurant très minces. Ces tiges conservent pour cette raison une grande souplesse et ne peuvent s'élever verticalement sans le secours d'un support. La rapidité de leur croissance semble indiquer que leurs tissus sont capables de proliférer avec une activité particulièrement grande et nous avons pensé qu'il serait peut être relativement facile d'obtenir leur développement *in vitro*. C'est pourquoi nous avons tout d'abord étendu nos recherches à des plantes grimpantes susceptibles de servir d'hôte à des parasites obligatoires que nous nous proposions de cultiver.

Nous étudierons tout d'abord diverses espèces de la famille des Ampélidées, Vigne, Vigne-vierge, *Cissus*, puis diverses Rosacées, Ronces et Rosiers, et nous mentionnerons enfin les quelques essais que nous avons tentés avec diverses plantes appartenant à d'autres familles. Pour chaque espèce, nous étudierons la morphologie externe, puis les caractères anatomiques des tissus cultivés.

Lorsqu'on fournit aux tissus simplement des sels minéraux et un sucre, les modifica-

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Fragments de tige de Vigne cultivés pendant deux mois sur un milieu dépourvu d'hétéro-auxine. Un cal volumineux s'est développé sur la face radicale située à l'air libre.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Fragment de liber de Vigne après deux mois de culture. Ce fragment était posé à plat sur le milieu. Remarquer que des proliférations abondantes sont apparues aux abords de l'extrémité radicale du fragment.

tions qu'apportent les substances nutritives surajoutées sont quantitatives et et non qualitatives, ce que l'on peut exprimer en disant que la croissance demeure normale. Au contraire l'adjonction de certaines substances excitoformatrices comme les hétéroauxines, modifie profondément les caractères du développement des tissus et détermine une croissance anormale. Nous examinerons donc tout d'abord la croissance normale des tissus, puis leur développement en présence d'hétéroauxine.

a. Ampélidées.

La famille des Ampélidées renferme un grand nombre de Lianes dont certaines croissent avec une grande vigueur. Leurs tiges, toujours très minces, rampent sur le sol ou s'élèvent sur des supports en s'accrochant à l'aide de vrilles ou de crampons. Nous commencerons par considérer les cultures de tissus que nous avons réalisées avec le genre *Vitis*. Nous examinerons ensuite les *Parthenocissus* et les *Cissus*.

I. Genre *Vitis* : *Vitis vinifera* L. — Le genre *Vitis* qui n'est représenté en Europe que par une seule espèce : *Vitis vinifera* L. qui est largement répandue dans tout l'hémisphère Nord tandis qu'on rencontre en Amérique du Nord et en Asie un grand nombre d'autres espèces. Nous envisagerons tout d'abord la morphologie externe et la structure anatomique des cultures de *Vitis vinifera* L., puis de quelques espèces américaines et asiatiques.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance normale. — Nos essais ont porté surtout sur les tissus des cépages suivants : Aramon, Carignan et Chasselas de Fontainebleau. Pour étudier la croissance normale des tissus de cette espèce, nous utilisons des milieux gélosés ne renfermant pas de substances de croissance, mais simplement des sels minéraux et du glucose à la concentration de 3 ou 5 p. 100. Nous plantons verticalement les fragments de tige dans le substratum de façon à ce que la plus grande partie demeure à l'air libre, et nous les orientons en position inverse de celle qu'ils avaient sur la plante entière, c'est-à-dire de façon que leur face foliaire seule plonge dans la gélose. Placés dans ces conditions, des fragments de tige de Vigne commencent à proliférer au bout d'une huitaine de jours. Le début de la croissance est marqué par un léger gonflement de la tige et l'apparition d'un anneau continu de parenchyme néoformé sur l'emplacement de la section de la zone génératrice. Cet anneau s'épaissit et déborde de chaque côté sur les tissus différenciés, ses bords internes finissent par se souder pour former une calotte. La croissance se poursuit encore et les tissus deviennent légèrement chlorophylliens lorsqu'on les expose à la lumière. Au bout de deux mois, le cal ainsi formé atteint un diamètre de 10 à 12 millimètres (Pl. VI, fig. A). La croissance se ralentit alors. Seuls, certains points privilégiés continuent à se développer et la surface qui était régulièrement mamelonnée se hérisse de petites cornes irrégulières serrées les unes contre les autres.

La face foliaire des explantats, plongée dans la gélose, ne prolifère généralement pas. Cette croissance dissymétrique semble mettre en évidence la polarité des tiges de Vigne, aussi avons-nous étudié cette propriété de la façon suivante : nous avons isolé des fragments de liber épais de quelques millimètres, que nous avons cultivés en les couchant à plat sur la gélose de manière que leurs deux extrémités soient dans des conditions comparables. Nous avons alors constaté que, dans ce cas, également, seule la partie radiculaire de l'explantat se développait (pl. VI, fig. B).

b. Croissance en présence d'hétéroauxine. — Lorsqu'on ajoute au milieu minéral

glucosé de l'acide indole ou naphtyle acétique, ou une autre hétéroauxine, on constate qu'à des concentrations inférieures à 10^{-8}, ce produit paraît n'exercer aucune action. Les fragments se développent d'une manière identique à celle que nous venons de décrire. Par contre, pour une concentration légèrement supérieure, les cals se forment plus rapidement. Lorsque la concentration atteint 10^{-7}, le développement des cals est renforcé et ils débordent largement de chaque côté du fragment initial (pl. VII, fig. A); en même temps les tissus préexistants émettent fréquemment des racines. Ces organes sont particulièrement abondants vers l'extrémité radiculaire des explantats ou immédiatement sous le cal. Ils s'enfoncent généralement dans la gélose, mais il arrive que, parfois, ils se dressent verticalement contre les parois du tube. Si le milieu renferme encore davantage d'hétéroauxine, par exemple 10^{-6}, l'action rhizogène du produit est toujours très marquée et les cals deviennent encore plus volumineux, mais en même temps on observe des phénomènes d'intoxication qui se manifestent par un début de désorganisation des tissus néoformés. Ceux-ci deviennent plus fragiles, car leurs cellules se gonflent en tous sens et se transforment en éléments géants presque séparés les uns des autres. Cette action désorganisatrice de l'hétéroauxine est très irrégulière, certains cals restent normaux tandis que d'autres se transforment partiellement ou même parfois entièrement en tissus mous d'aspect translucide ou farineux formés de cellules géantes. Enfin, si la concentration atteint 10^{-5} l'action toxique de l'hétéroauxine est encore plus intense si bien que tous les tissus néoformés deviennent rapidement des amas pulvérulents ou des masses de cellules translucides.

Cette action désorganisatrice paraît moins accentuée lorsqu'on utilise comme hétéroauxine de l'acide α naphtyle acétique au lieu d'acide indole β acétique. C'est pourquoi, par la suite, nous avons uniquement employé l'acide α naphtyle acétique.

c. Variations de la croissance en fonction de l'état des plantes expérimentées. — La Vigne, comme la plupart des végétaux des pays tempérés ou froids, a une végétation discontinue. C'est au printemps, à partir du mois de mai, dans la région parisienne, qu'elle manifeste la plus grande activité végétative et c'est à ce moment que l'élongation de ses tiges est la plus rapide. Toutefois, à l'inverse de beaucoup d'arbres qui achèvent leur croissance en quelques semaines, la Vigne continue à se développer pendant toute la belle saison et n'entre en repos qu'à l'automne au moment de la chute des feuilles. Dans certaines conditions d'ailleurs, par exemple dans les régions tropicales, ou encore en serre chauffée et convenablement éclairée, sa végétation est continue. Nous avons cherché s'il y avait une relation entre l'activité des fragments cultivés *in vitro* et celle de la plante dont ils provenaient. Pour cela, nous avons fait des prélèvements à diverses périodes de l'année. Nous avons ainsi constaté que les très jeunes bourgeons qui viennent de débourrer au printemps et n'ont pas encore plus de 2 à 3 centimètres de longueur sont incapables de proliférer *in vitro*. Il en est de même de l'extrême pointe de la tige adulte. C'est lorsqu'on prélève des explantats dans la région médiane de sarments qui ont atteint 40 à 50 centimètres de longueur et en voie de croissance très active, qu'ils se développent le plus rapidement *in vitro*. Des fragments, prélevés au cours de l'été, prolifèrent également avec vigueur, mais, en fin de saison, vers la mi-septembre, les cals sont plus petits et toute prolifération cesse lorsque les prélèvements sont faits après la chute des feuilles depuis le début d'octobre jusqu'en janvier. Il semble qu'une substance inhibitrice se forme alors dans la plante et l'empêche de proliférer car, pendant toute cette période, l'hétéroauxine n'exerce aucune action sur les tissus. Il paraît donc

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Fragment de tige de Vigne cultivé pendant deux mois en présence d'hétéroauxine à la concentration de 10^{-7} : la partie radicale située à l'extérieur du milieu s'est épaissie pour donner un cal volumineux qui déborde largement sur les tissus préexistants.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Fragment de tige de *Vitis coignetiae*, après deux mois de culture *in vitro*, sur un milieu contenant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de $5/10^{-7}$.

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Fragment de tige de *Vitis Davidii* Ramon après deux mois de culture sur un milieu renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}; la prolifération n'est pas limitée uniquement à la partie radicale du fragment; la partie foliaire a également formé un cal au contact du milieu.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Fragments de tige de *Parthenocissus tricuspidata* ayant été cultivés pendant vingt jours dans un milieu renfermant 10^{-7} d'acide naphtyle acétique. Remarquer que les deux extrémités ont produit des cals sensiblement égaux.

y avoir chez la Vigne une relation entre l'activité des fragments cultivés *in vitro* et celle de la plante dont ils proviennent.

d. Espèces diverses du genre *Vitis*. — Nous avons étudié de la même façon que la Vigne européenne un certain nombre de Vignes exotiques. Les unes étaient originaires d'Amérique du Nord : *V. cordifolia* Lam. *V. rupestris* Scheele, *V. riparia* Michx, *V. arizonica* Engel et la variété « Noah » que l'on suppose être un hybride entre *V. riparia* Michx. et *V. labrusca* L.; d'autres provenaient d'Asie, telles que *V. Coignetiae* Planch. et *V. Davidii* Ramon. Toutes les espèces américaines se comportent *in vitro* d'une manière comparable au *Vitis vinifera* dont nous venons de parler. On observe sur les tiges de ces espèces les mêmes actions excitoformatrices et rhizogènes de l'hétéroauxine et ces derniers présentent la même polarité que notre vigne indigène. Toutefois, les fragments de tige de *V. riparia* et *V. arizonica* se développent plus lentement et forment des cals beaucoup plus petits. Parmi les espèces asiatiques, *V. Coignetiae* prolifère d'une manière exubérante en présence d'hétéroauxine à la concentration de 5.10^{-7} et produit, en moins de deux mois, des cals de plus de 2 centimètres de diamètre (pl. VII, fig. B). Ces cals, comme ceux des espèces précédentes, n'apparaissent que sur la face radicale des explantats et ne se développent bien qu'en dehors du milieu de culture. Les vrilles de cette Vigne ensemencées comme des fragments de tige prolifèrent de la même façon.

Le mode de croissance de *Vitis Davidii* en présence d'hétéroauxine est, par contre, assez différent. Lorsqu'on ensemence des tronçons de tige de cette espèce dans un milieu renfermant des doses moyennes d'hétéroauxine, c'est-à-dire de l'ordre de 0,5 mg. par litre (5.10^{-7}), de manière que leur face radicale soit située à l'air libre, le début de la croissance est marqué par un épaississement de la partie du sarment plongée dans le milieu nutritif. Au bout d'une quinzaine de jours, l'écorce éclate sous la poussée des tissus néoformés. Puis, ces derniers font irruption à l'extérieur du sarment par les fissures de l'écorce et s'accroissent rapidement au contact du milieu (pl. VIII, fig. A). La surface radiculaire située à l'air libre, à l'opposé, prolifère peu et les cals qui s'y forment demeurent plus petits que ceux des espèces précédentes. Lorsque les sarments sont piqués en position normale, c'est-à-dire de telle sorte que la face radiculaire soit au contact du milieu, seule la partie plongée dans la gélose prolifère. La polarité de cette vigne est donc encore très nette, bien que cette propriété paraisse moins accusée que chez les espèces précédentes.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure de la tige normale de Vigne. — Avant d'étudier les caractères anatomiques des cultures de tissus, nous rappellerons d'abord rapidement la structure normale des tiges de *Vitis vinifera* que nous utilisons pour nos cultures. Une coupe transversale pratiquée dans la partie médiane d'un sarment âgé de deux à trois mois (fig. 2) montre, à la périphérie, un épiderme très mince, puis un parenchyme cortical, formé de quelques assises de cellules arrondies. Sous ce parenchyme cortical, des fibres péricycliques forment des îlots séparés; en allant vers l'intérieur, on rencontre ensuite le parenchyme libérien, où se différencient très tôt plusieurs assises de fibres libériennes isolées les unes des autres par des rayons médullaires. Le liber est limité vers l'intérieur par une zone génératrice libéroligneuse qui est continue et entoure entièrement un large anneau de bois limitant lui-même la moelle formée d'un parenchyme de grosses cellules arrondies. L'épluchage du sarment, lors de la mise en culture, enlève tous les tissus externes jusqu'au niveau des fibres péricycliques, si bien qu'il ne

reste plus que le liber avec les fibres libériennes, la zone génératrice libéroligneuse, le bois et la moelle.

b. Structure des néoformations produites au cours de la culture. — Pour étudier la structure anatomique des tissus de Vigne ayant proliféré *in vitro* nous avons fait des coupes radiales dans des fragments de tige cultivés pendant quinze jours dans un milieu renfermant de l'hétéroauxine à la concentration de 10^{-6}. Ces coupes radiales passaient

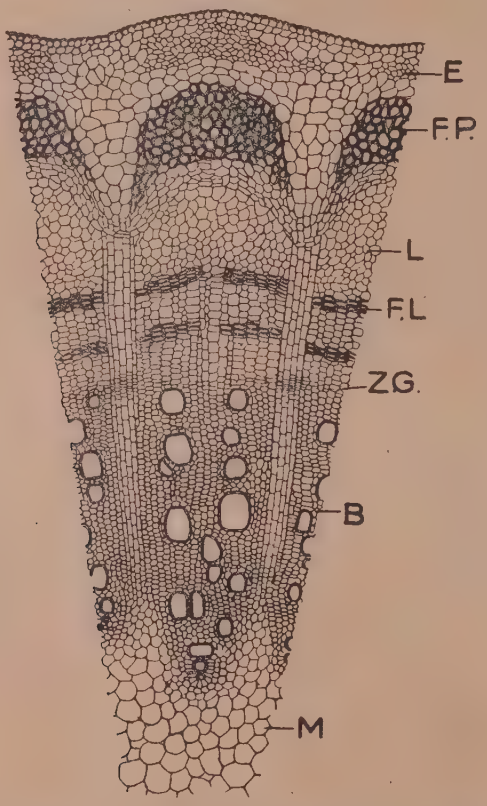


Fig. 2. — Structure anatomique d'un sarment de *Vitis vinifera L.* (d'après Viala). E : écorce; F P : Fibres péricycliques; L : Parenchyme libérien; Fl : Fibres libériennes; Z G : Zone génératrice; B : Bois; M : Moelle.

par l'axe de la tige et étaient pratiquées sur toute la longueur de l'explantat. L'examen de ces coupes nous a montré que le parenchyme libérien et le cambium proliféraient pour former une masse de parenchyme homogène formé de petites cellules en voie de division. La zone génératrice, dont l'activité était très intense, avait contribué non seulement à la formation du cal, mais encore à l'épaississement de la partie radiculaire de la tige en donnant naissance, vers l'extérieur, à du parenchyme libérien et vers l'intérieur, non pas à du bois, mais à du parenchyme vasculaire au sein duquel s'étaient différenciés quelques vaisseaux aberrants.

Quinze jours plus tard, nous avons constaté que l'aspect du cal qui, jusque là, s'accrois-

sait régulièrement, commençait à se modifier. Une série de cellules situées le long d'une ligne sinueuse prolongeant l'assise génératrice libéroligneuse de la tige à l'intérieur du cal en s'infléchissant au départ vers l'intérieur du sarment commençait à se recloisonner transversalement. Il se formait ainsi vers la périphérie du cal une zone génératrice continue qui entourait entièrement la partie centrale. Cette zone génératrice ne tardait pas à produire des formations cribrovasculaires composées de vaisseaux aberrants et de tubes criblés. Mais, la partie vasculaire de ces formations était orientée vers l'extérieur du cal, tandis que la partie libérienne, elle, était située vers l'intérieur de celui-ci (fig. 3), c'est-à-dire que leur orientation était inversée par rapport à celle d'une tige normale.

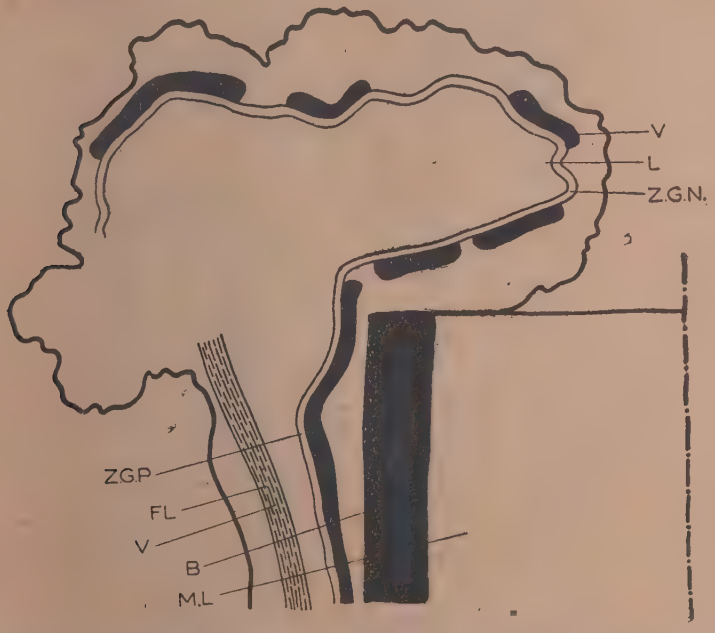


Fig. 3. — Structure schématique du cal formé par un fragment de tige de *Vitis vinifera L.* après un mois de culture. F L : Fibres libériennes ; Z G P : Zone génératrice préexistante ; V : Vaisseaux néoformés ; Z G N : Zone génératrice néoformée ; ML : Moelle ; B : Bois ; L : Tubes criblés.

Remarquer que le tissu cambial a proliféré pour donner naissance à l'intérieur du fragment à une mince bande de parenchyme vasculaire V, si bien que la zone génératrice Z G P se trouve maintenant séparée du bois préexistant. La prolifération a surtout été abondante vers la face radicale du fragment où s'est formé un cal qui déborde sur les tissus préexistants. En outre, il s'est différencié à la périphérie de ce cal une zone génératrice néoformée Z G N qui se raccorde à la zone génératrice préexistante et fonctionne de la même manière ; mais par suite du sens de sa courbure dans le cal, cette zone génératrice se trouve inversée puisqu'elle produit des vaisseaux V, vers l'extérieur des tissus et des tubes criblés L, vers l'intérieur.

Nous avons observé que ce phénomène était particulièrement net avec *Vitis Coignetiae* Ramon. Chez *Vitis vinifera* L., nous avons observé des faits analogues, mais la zone génératrice était généralement discontinue et la lignification n'était vraiment importante qu'en face du bois préexistant.

Très souvent, les bords internes du cal annulaire se rejoignaient et se soudaient avant que le parenchyme n'ait commencé à se différencier. En ce cas, les coupes longitudinales

présentaient l'aspect suivant : le cal recouvrait uniformément toute la partie supérieure de la tige. Comme dans le cas précédent, il s'y formait une zone génératrice prolongeant le cambium, s'incurvant au-dessus du bois et de la moelle, et rejoignant l'autre partie symétrique (fig. 4). En même temps, à la partie supérieure, se différenciait une autre zone génératrice qui fonctionnait de la même manière, si bien que, dans ce cas, comme dans le précédent, le cal se trouvait entouré vers la périphérie d'une couche irrégulière de cellules lignifiées. Ces formations cribrovasculaires inversées rappellent celles que Gautheret a observé dans des cals qui se forment sur des morceaux de parenchyme

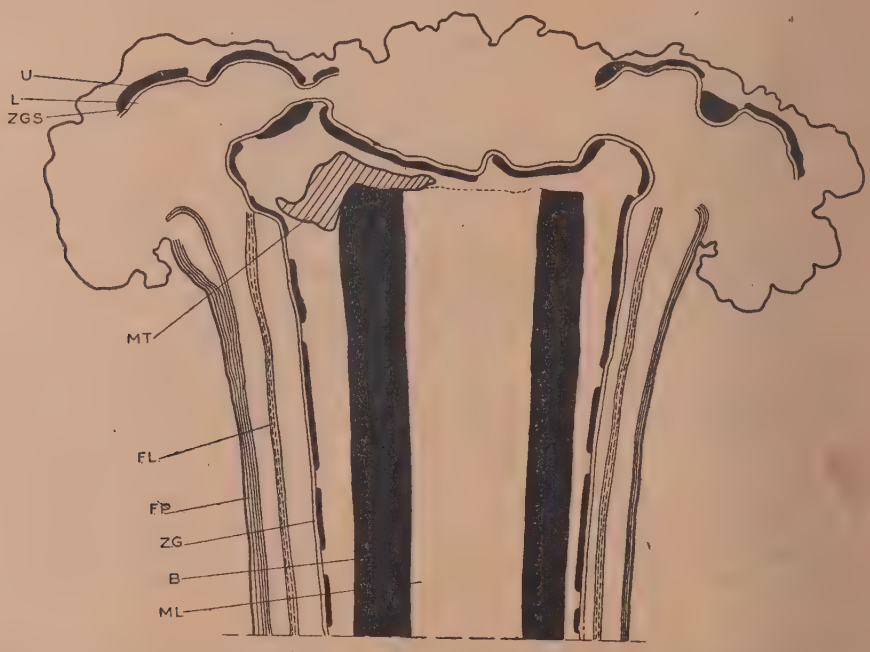


Fig. 4. — Structure schématique du cal formé par un fragment de tige de *Vitis Coignetiae* Planch. après deux mois de culture. F P : Fibres péricycliques ; FL : Fibres libériennes ; B : Bois ; Z G : Zone génératrice ; ZGS : Zone génératrice superficielle ; ML : Moelle ; MT : Méat ; L : Liber ; V : Vaisseaux.

Le cal ayant continué à proliférer recouvre tout le fragment. On observe maintenant à sa périphérie, deux zones génératrices l'une profonde se raccordant à la zone génératrice préexistante, l'autre superficielle sans communication avec celle-ci ; toutes deux produisent des vaisseaux vers l'extérieur du cal et des tubes criblés vers l'intérieur.

libérien de Carotte cultivés *in vitro;* dans ce cas également, la zone génératrice qui apparaît dans le cal donne naissance à des vaisseaux vers l'extérieur et à du liber vers l'intérieur. Mais, dans la Carotte, cette disposition est instable, car, par la suite, la zone génératrice qui sépare le parenchyme vasculaire du liber s'étend autour des îlots de parenchyme vasculaire, de manière à l'entourer complètement et il se forme ainsi des nodules libéroligneux qui ont une structure normale (fig. 5) tandis que, dans la Vigne, ces formations sont parfaitement stables.

II. Genre *Parthenocissus.* — Le genre *Parthenocissus* comprend une dizaine d'espèces

répandues dans les régions tempérées de l'Asie et de l'Amérique du Nord. Les tiges de ces plantes atteignent une très grande longueur, tout en restant excessivement minces. Plusieurs sont cultivées dans un but ornemental sous le nom de Vigne-vierge.

1. *Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc) Planch. — Comme pour la Vigne, nous considérons tout d'abord la morphologie externe, puis la structure anatomique des tissus cultivés.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance normale. — Lorsqu'on prélève des fragments de jeune tige de cette Vigne-vierge et qu'on les plante verticalement à la surface d'une solution minérale glucosée ne renfermant pas d'hétéroauxine, ils ne se développent pas de manière sensible ; l'examen de coupes anatomiques pratiquées dans ces fragments

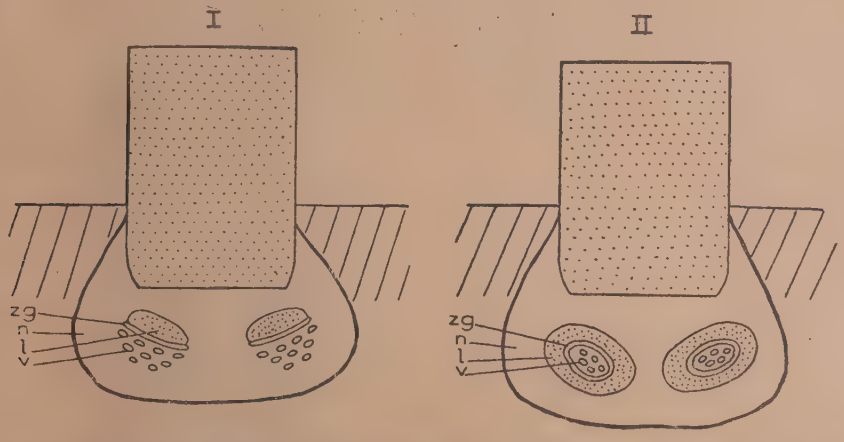


Fig. 5. — Structure schématique des néoformations produites par un fragment de parenchyme libérien de Carotte cultivé *in vitro*. Le fragment primitif (I) a produit un tissu homogène au sein duquel s'est différencié une zone génératrice Z G produisant du liber L vers l'intérieur et des vaisseaux V vers l'extérieur ; cette structure est instable et bientôt (II), la zone génératrice entoure entièrement la région vasculaire pour former des nodules normalement constitués (d'après Gautheret).

deux mois après la mise en culture ne permet d'y déceler aucun changement de structure. Les tissus de la Vigne-vierge paraissent donc incapables de croître normalement *in vitro* Ils ne peuvent se développer si on ne leur fournit pas d'hétéroauxine.

b. Croissance en présence d'hétéroauxine. — Par contre, lorsqu'on cultive des tissus de cette plante en présence d'acide α naphtyle acétique, on observe des faits très différents. Jusqu'à une concentration voisine de 5.10^{-8}, ce produit n'exerce pas d'action et les fragments de tige demeurent semblables aux témoins. Mais, lorsque la concentration en héteroauxine est comprise entre 5.10^{-8} et 10^{-7}, les sarments commencent à se développer et en une quinzaine de jours un cal apparaît à chaque extrémité de la tige piquée verticalement dans la gélose quelle que soit son orientation (pl. VIII, fig. B). Les deux cals, légèrement chlorophylliens, s'accroissent tout d'abord de façon égale, puis celui qui prolifère à l'intérieur de la solution nutritive augmente de volume beaucoup plus rapidement que l'autre situé à l'air libre. En deux mois, il atteint une épaisseur d'environ 20 millimètres alors que l'autre ne dépasse pas 5 millimètres. En même temps, l'hétéroauxine manifeste son action rhizogène qui se traduit par l'apparition de quelques racines

le long du fragment primitif. Toutefois, cette rhizogénèse est beaucoup moins intense que celle que l'on observe chez la Vigne et certains explantats n'en produisent pas. Lorsque la concentration en substance de croissance est comprise entre 10^{-7} et 10^{-6}, la prolifération se généralise à toute la partie de la tige qui est au contact du milieu. Cette partie commence par se gonfler puis, au bout d'une quinzaine de jours, l'écorce éclate sous la poussée des tissus néoformés qui s'accroissent avec une rapidité surprenante et en un mois viennent s'écraser sur les parois du tube (pl. IX, fig. A). En ce cas, seule la partie inférieure de la tige plongée dans la gélose se développe, l'autre extrémité ne prolifère pas. Lorsque la culture est faite à partir de très jeunes tiges de 2 millimètres de diamètre, la partie située à l'air libre ne se développe pas du tout et finit par se dessécher. La partie supérieure de tiges plus épaisses ne meurt pas, mais produit un cal très réduit dont l'accroissement cesse rapidement. Seules, des tiges très épaisses âgées de plusieurs années sont capables de produire des cals importants à l'extérieur du milieu.

Enfin, quand la concentration en hétéroauxine atteint 10^{-5}, le cal qui se forme au contact du milieu se désagrège rapidement et l'examen microscopique des tissus dissociés montre qu'ils sont en grande partie formés de cellules géantes.

Lorsqu'on ensemence des morceaux de pétiole, ils se comportent de la même façon, c'est-à-dire que, si le milieu renferme de l'hétéroauxine, les parties situées à son contact prolifèrent et forment des cals volumineux; toutefois, nous n'avons jamais observé la production de racines sur ces organes.

Nous avons également tenté de cultiver des fragments de limbe. Pour cela, après stérilisation à l'alcool, nous les avons découpés en petits carrés de 15 millimètres de côté que nous plantions dans la gélose nutritive. Nous avons constaté que, dans ces conditions, seules les grosses nervures prolifèrent et forment sur leurs extrémités sectionnées de petits nodules parenchymateux analogues à ceux qui se développent sur les tiges.

Le mode de croissance des tiges de Vigne-vierge s'oppose à celui des tiges de Vigne par son manque total de polarité. Les phénomènes que nous venons de décrire se reproduisent de manière identique quelle que soit l'orientation du fragment par rapport au milieu. Les cals qui apparaissent à chacune de sextrémités des tiges jeunes, lorsqu'on les cultive en présence de faibles quantités d'hétéroauxines présentent la même structure et des fragments de liber déposés à plat sur le milieu nutritif prolifèrent également sur toute leur surface et non uniquement du côté radical comme ceux de liber de Vigne.

c. Variations de la croissance en fonction de l'état des plantes expérimentées. — Comme la Vigne, la Vigne-vierge entre en végétation au début de mai; ses tiges s'accroissent durant tout l'été, et la croissance commence à se ralentir fin septembre, pour s'arrêter complètement un peu avant la chute des feuilles, au début d'octobre. Nous avons cherché s'il y avait une relation entre l'activité de la plante et la croissance de fragments d'organes *in vitro* en faisant des prélèvements à diverses périodes de l'année. Nous avons remarqué que des explantats mis en culture à partir de la mi-octobre au moment de la chute des feuilles, lorsque la plante entre en repos, ne se développent plus. Cet arrêt de développement dure jusqu'au printemps suivant.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure de la tige normale. — La tige de Vigne-vierge possède une structure anatomique qui rappelle beaucoup celle de la Vigne. Aussi, la décrirons-nous très rapidement : lorsqu'on fait des coupes dans la partie moyenne d'un sarment âgé d'un mois ou deux, tel qu'il se présente lorsqu'on le met en culture dans le courant de l'été, on remarque à l'extérieur un épiderme beaucoup plus épais

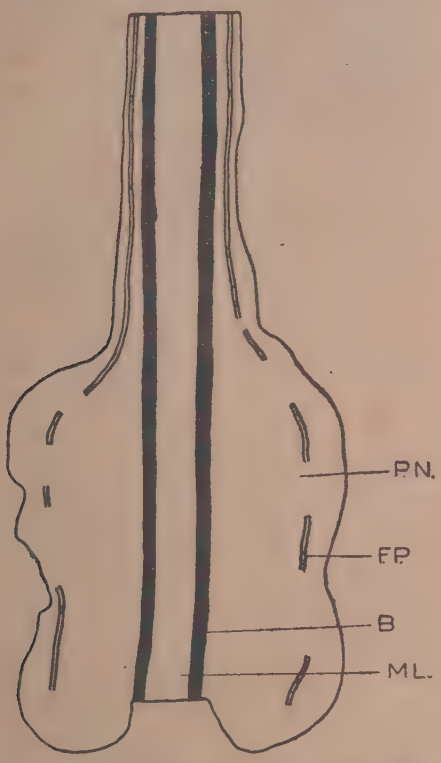
J. Vincent, phot.

Fig. A. — Fragment de tige de *Parthenocissus tricuspidata*. Au bout de deux mois de culture dans un milieu renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-6}. Seule, la partie plongée dans le substratum s'est développée pour former un cal très volumineux.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Fragment de tige de *Rubus fruticosus* après deux mois de culture dans un milieu contenant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}. On remarque qu'il a produit un cal à chacune de ses extrémités.

que celui d'une tige de Vigne, se détachant très facilement. Sous l'épiderme, on rencontre e parenchyme cortical également très épais formé de cellules arrondies; le cylindre entral est limité par un anneau de liber à la périphérie duquel on distingue quelques lots de fibres péricycliques. Cet anneau de liber est interrompu par de larges rayons nédullaires formés de grandes cellules allongées, dont certaines renferment des raphides .'oxalate de calcium; le cylindre de bois entièrement lignifié est encore assez mince; l entoure la moelle, formée de grosses cellules arrondies. Au cours du prélèvement



:. 6. — Coupe schématique d'un fragment de tige de *P. tricuspidata* ayant été cultivé pendant vingt-quatre jours en présence d'hétéroauxine à la concentration de 10^{-6}. F P : Fibres péricycliques; B : Bois; ML : Moelle; P N : Parenchyme néoformé.

Seule la partie plongée dans le milieu s'est développée. Les parenchymes cortical et libérien et le nbium ont participé à la formation du cal. Les fibres péricycliques se trouvent dissociées par la prolifation des tissus.

eptique, on élimine simplement l'épiderme qui se détache très aisément des autres sus.

b. Structure de fragments de tige cultivés *in vitro*. — Pour étudier le mode de croissance s tissus de la tige de Vigne-vierge cultivés *in vitro*, nous avons ensemencé des tronçons cet organe longs d'environ 2 centimètres, en les piquant verticalement dans un lieu qui contenait de l'hétéroauxine à la concentration de 10^{-6}. Les explantats étaient lemi enfoncés dans la gélose, de telle sorte qu'une longueur de 1 centimètre plongeait ns le substratum. En pratiquant tous les huit jours des coupes longitudinales radiales, r des fragments provenant du même sarment (fig. 6), nous avons remarqué que tous

les tissus périphériques jusqu'au bois, c'est-à-dire parenchyme cortical, libérien et cambium, participent à la formation du cal. La couche des fibres libériennes se trouve désorganisée et celles-ci sont dispersées au milieu du parenchyme résultant de la prolifération des éléments non différenciés de l'écorce et du liber.

Ce parenchyme néoformé ne demeure pas complètement indifférencié, car on y rencontre, réparties au hasard, des cellules à raphides et d'autres qui élaborent des tanins, mais il n'y apparaît aucune formation cribrovasculaire, même après deux mois de culture.

2. *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. :

A. *Morphologie externe.* — Le *Parthenocissus quinquefolia* est systématiquement fort voisin de *P. tricuspidata*. Le mode de développement de ses tiges *in vitro* est cependant assez différent. N'ayant pas cultivé les tissus de cette espèce sans hétéroauxine, nous ignorons s'ils peuvent se développer normalement sur des milieux ne renfermant que des sels minéraux et du glucose.

Nous avons constaté que lorsqu'on met en culture des fragments de tige de cette plante dans des milieux renfermant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations comprises entre 10^{-7} et 10^{-6}, la partie plongée dans la gélose commence par se gonfler en même temps qu'un cal apparaît à l'extrémité opposée. Mais, bientôt, l'hétéroauxine provoque une rhizogénèse beaucoup plus intense que chez le *P. quinquefolia*. Des paquets de racines enchevêtrées se forment tout le long de la tige. Cette rhizogénèse inhibe alors la croissance des cals qui ne se développent plus que très lentement. Mais, au contact de l'acide naphtyle acétique, contenu dans le milieu, les racines augmentent de diamètre et se tuméfient ; en outre, celles qui se trouvent en contact se soudent entre elles pour former des masses de tissus désorganisés ayant l'aspect de cals qui naissent directement sur la tige.

B. *Caractères anatomiques.* — La structure anatomique des tiges de *P. quinquefolia* est presque identique à celle des tiges de *P. tricuspidata ;* aussi, nous ne la décrirons pas à nouveau. Celle des néoformations produites par une tige de *P. quinquefolia* ayant proliféré *in vitro* présente également beaucoup d'analogie avec celle obtenue avec le *P. tricuspidata* que nous avons précédemment décrite. Tous les tissus externes de la tige depuis l'écorce jusqu'au bois, c'est-à-dire le parenchyme cortical, le parenchyme libérien et le cambium prolifèrent et contribuent à la formation du cal. Les tissus néoformés demeurent entièrement indifférenciés. Jamais nous n'y avons rencontré d'éléments cribrovasculaires comparables à ceux qui apparaissent dans les cals de Vigne.

Les cals formés par les racines sont, par contre, assez différents. On y reconnaît, noyées dans un parenchyme composé de grandes cellules irrégulières, tous les éléments d'une racine normale entièrement désorganisés. L'écorce, qui est déjà très épaisse dans la racine normale, s'est considérablement accrue. C'est elle qui a produit un parenchyme indifférencié dans lequel on rencontre, disposés au hasard, les vestiges du cylindre central.

III. Genre *Cissus*. — Les *Cissus* remplacent les Vignes dans la flore des régions tropicales. Beaucoup d'espèces possèdent des racines tubérifiées ou des tiges aériennes renflées, indices d'une forte activité cambiale. Aussi, nous a-t-il paru intéressant de tenter la culture de leurs tissus. Nous avons étudié les deux espèces suivantes *Cissus incisa* (Torr et Gray.) Desm. et *C. discolor* Went.

1. *Cissus incisa* (Torr. et Gray.) Desm. :

A. *Morphologie externe.* — Cette espèce possède le long de ses racines des renflements tuberculeux de la dimension d'un œuf de pigeon. Les tiges, par contre, sont minces et rampantes comme celles de la Vigne-vierge. Nous avons cultivé à la fois des fragments de racines et de tissus de tiges mais uniquement en présence d'hétéroauxine, si bien que nous ignorons si ces tissus sont susceptibles de proliférer spontanément sans facteurs de croissance.

Des tranches de racines épaisses de 1 centimètre déposées à la surface d'un milieu nutritif contenant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de $5 \cdot 10^{-7}$, prolifèrent vigoureusement. Leur face qui est en contact avec le substratum, produit rapidement d'énormes mamelons de parenchyme, tandis que l'autre face à l'air libre ne se développe que fort peu en formant un cal situé à l'emplacement de la zone génératrice. Des tronçons de tige prélevée au printemps et placés dans le même milieu se développent d'une manière comparable, c'est-à-dire qu'au contact du substratum ils produisent un épais bourrelet, tandis que la croissance de la partie située à l'air est très réduite et se limite à de faibles excroissances sur la surface de section.

L'orientation des fragments ne paraît pas influer sur le développement des tissus de cette espèce qui, comme ceux des *Parthenocissus*, paraissent dépourvus de polarité.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure des organes normaux. — Les tubercules du *Cissus incisa* proviennent de l'hypertrophie du parenchyme vasculaire de la racine; des coupes transversales pratiquées dans ces organes montrent à la périphérie un épiderme subérifié, puis un parenchyme cortical épais formé de plusieurs assises de grosses cellules arrondies. Sous ce parenchyme cortical des fibres péricycliques forment des îlots séparés. On rencontre ensuite en allant vers l'intérieur d'épaisses assises de parenchyme libérien indifférencié. Le liber est limité vers l'intérieur par la zone génératrice libéroligneuse qui est continue et entoure entièrement un mince cylindre de bois, la moelle très réduite ne comporte que quelques assises de cellule.

La structure des tiges est en tout point comparable à celle des deux *Parthenocissus* que nous avons étudiés.

b. Structure anatomique de fragments d'organes cultivés *in-vitro*. — Une coupe longitudinale pratiquée dans une tranche de racine ayant été cultivée pendant deux mois en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7} montre qu'au contact de l'hétéroauxine contenue dans le milieu l'écorce et le liber ont proliféré de façon diffuse pour former des masses volumineuses de parenchyme. La prolifération a surtout été intense au voisinage de l'assise génératrice et le cal formé à cet endroit déborde largement sur le bois. Ces néoformations demeurent constamment indifférenciées.

2. *Cissus discolor* Went. :

A. *Morphologie externe.* — Le *Cissus discolor* est une petite liane des régions indo-malaises que l'on cultive en serre dans notre pays. Ses rameaux y demeurent toujours très grêles et dépassent rarement une longueur de 2 à 3 mètres.

a. Croissance normale. — Si on ensemence des fragments de tige de cette espèce de 1 à 2 centimètres de long dans des milieux ne renfermant que des sels minéraux et du glucose, on constate qu'ils restent vivants pendant plusieurs mois, mais ne produisent

aucune néoformation. L'examen anatomique des explantats et leur pesée après deux mois de culture montrent qu'ils ne se sont pas modifiés.

b. Croissance en présence d'hétéroauxine. — Si, au lieu de placer les fragments de tiges sur de simples solutions minérales glucosées, on les plante dans des milieux renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-7}, on constate qu'ils se développent très lentement et forment au contact du substratum un bourrelet de parenchyme légèrement coloré en rose susceptible de verdir à la lumière. Ce cal se développe uniquement à la surface du substratum, où il s'étale en mince croute. La partie du sarment profondément enfoncée dans la gélose se modifie très peu au cours de la culture et la partie aérienne finit par mourir et se dessécher. Lorsque le milieu renferme dix fois plus d'hétéroauxine (10^{-6}), les néoformations sont plus volumineuses et toute la partie de la tige immergée dans la gélose se gonfle pour former le cal qui se développe en profondeur et ne reste plus localisé à la surface de la gélose. En outre, les explantats émettent parfois quelques racines.

Des fragments de pétiole ensemencés de la même façon prolifèrent d'une manière analogue; toutefois, les néoformations demeurent beaucoup plus réduites.

Les phénomènes que nous venons de décrire se reproduisent d'une manière identique quelle que soit l'orientation des fragments. Les proliférations apparaîssent toujours uniquement au contact du milieu et se développent surtout en surface. Les tissus de tige de cette espèce comme ceux du *Cissus incisa* ne paraîssent pas douées de polarité de croissance.

c. Influence de l'état des plantes expérimentées sur la croissance *in vitro*. — Dans le but de vérifier s'il y avait une relation entre l'activité des fragments cultivés *in vitro* et celle de la plante dont ils proviennent, nous avons effectué des prélèvements de tissus de tige à diverses périodes de l'année et nous avons constaté que, contrairement à ce que l'on observe avec les autres Ampélidées, ils se développaient toujours régulièrement en n'importe quelle saison. Le *Cissus discolor*, étant une plante tropicale, ne peut vivre sous nos climats qu'en serre chaude, se végétation ne s'arrête pas réellement au cours de l'hiver, mais se ralentit simplement; ce ralentissement semble sans effet sur la prolifération des tissus de la tige *in-vitro*.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure de la tige normale. — La tige normale de *Cissus discolor* a une structure légèrement différente de celle des autres Ampélidées que nous avons étudiées. Elle est beaucoup moins lignifiée. L'épiderme qui se subérise très rapidement recouvre un parenchyme cortical très épais sous lequel on rencontre de petits îlots de fibres péricycliques. Le liber, formé de quelques assises de cellules, ne renferme pas de fibres libériennes; il est limité vers l'intérieur par une zone génératrice libéro-ligneuse continue qui entoure un large cylindre de parenchyme vasculaire, où l'on trouve de grands vaisseaux disposés en fibres radiales et entourées d'une couronne de cellules ligneuses. Le parenchyme vasculaire est séparé de la moelle par un anneau continu de cellules ligneuses.

b. Structure de fragments de tige cultivée *in-vitro*. — Lorsqu'on cultive pendant deux mois des fragments de tiges de *Cissus discolor*, en présence d'hétéroauxine, et que l'on pratique des coupes transversales dans la partie qui a proliféré, on constate que tous les tissus peu différenciés, c'est-à-dire le parenchyme cortical, le parenchyme libérien et le parenchyme vasculaire, ont proliféré. La structure de la tige est profondément

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Cal formé sur un fragment de tige de Ronce après trois mois de culture *in vitro*. La croissance, d'abord très active, s'est ralentie et ne se manifeste plus que par la formation de petites pustules isolées.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Fragment de tige d'Aubépine cultivé pendant deux mois dans un milieu contenant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}.

modifiée par la croissance. Seule, la moelle entourée d'une rangée de cellules ligneuses est encore en place. Tous les autres éléments différenciés, vaisseaux, fibres péricycliques, se trouvent éparpillés au hasard au milieu des néoformations.

Conclusion. — En résumé les Lianes de la famille des Ampélidées, à laquelle appartiennent toutes les plantes que nous venons d'étudier, constituent un matériel tout à fait exceptionnel pour réaliser des cultures de tissus. Presque toutes fournissent des cultures très vigoureuses dont le mode de développement est assez varié. Certaines présentent une croissance étroitement polarisée avec formation de cals uniquement sur la face radicale (Vigne européenne, Vigne américaine), d'autres ont au contraire une croissance dépourvue de polarité avec formation d'organes en des régions quelconques, des fragments ensemencés (*Parthenocissus*), d'autres enfin (*Vitis Davidii*) ont un mode de développement intermédiaire entre ces deux types. D'autre part, le contact du milieu inhibe très fortement la prolifération des tissus de certaines espèces (Vigne Européenne, Vigne américaine), tandis qu'il semble favoriser le développement des tissus de certaines autres (*Parthenocissus*).

b. Rosacées.

La famille des Rosacées comprend un certain nombre de plantes sarmenteuses réparties dans les genres *Rubus* et *Rosa*. Ce sont, pour la plupart, des Lianes extrêmement vigoureuses, dont les tiges s'accroissent en longueur avec une grande rapidité.

I. Genre *Rubus*. — Le genre *Rubus* comprend de très nombreuses d'espèces croissant dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. Ce sont presque toutes des Lianes épineuses dont les tiges ont une durée assez courte. Après s'être développées rapidement pendant quelques années, elles meurent et sont remplacées par de nouvelles pousses émises par la souche. Nous avons cultivé les tissus de trois espèces *R. fruticosus* L., *R. kinashii* Lev. et *R. reflexus* Ker. que nous allons étudier successivement.

1. *Rubus fruticosus* L. — La tige de Ronce possède une écorce très mince si bien que la zone génératrice se trouve située très près de l'épiderme. Il faut donc prendre de grandes précautions pour ne pas la léser au cours des opérations de stérilisation.

A. *Morphologie externe*. — N'ayant pas étudié de façon systématique l'action de l'hétéroauxine sur les tissus de cette espèce, nous ignorons si elle est susceptible de se développer *in vitro* sans facteur de croissance.

La croissance de fragments de tige de cette espèce, plantés verticalement, à la surface de milieux renfermant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations comprises entre 10^{-7} et 10^{-6}, se manifeste au bout d'une huitaine de jours par la formation d'un mince bourrelet de parenchyme qui apparaît tout d'abord à l'air libre sur la surface de section de la zone génératrice; puis, peu à peu, le liber prolifère également. Mais cette prolifération paraît limitée aux deux extrémités du tronçon qui s'épaississent considérablement, alors que sa partie médiane s'accroît relativement peu (pl. IX, fig. B). Deux cals symétriques se forment ainsi et s'accroissent lentement, si bien qu'après deux mois de culture les deux extrémités du segment de tige se sont recouverts de tissus néoformés. La croissance se ralentit alors et seules certaines régions superficielles du cal situées à l'air libre, s'accroissent encore pour former de minces pustules qui donnent au tissu un aspect feutré (pl. X, fig. A).

Ce mode de croissance symétrique des tiges semble indiquer une absence complète

de polarité. Pour nous assurer que ces organes en sont bien dépourvus, nous les avons cultivés en les couchant à plat sur le milieu au lieu de les enfoncer verticalement. Nous avons alors constaté que, dans ce cas également, la croissance est surtout active à chacune des extrémités de l'explantat. Cependant, elle n'est pas strictement limitée à ces régions et toute la partie située au contact du milieu prolifère et forme de petits mamelons parenchymateux. Toutefois, le développement de ces néoformations ne paraît soumis à aucune polarité. Nous n'avons fait des prélèvements de tiges de cette espèce que pendant la belle saison, si bien que nous ignorons si des fragments d'organes mis en culture au moment de l'arrêt de la végétation en automne sont susceptibles de se développer *in-vitro*.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Stucture anatomique de la tige normale. — La tige de *Rubus fruticosus* possède un épiderme épais produisant de nombreux aiguillons. Cet épiderme recouvre une écorce très mince sous laquelle on rencontre un anneau presque

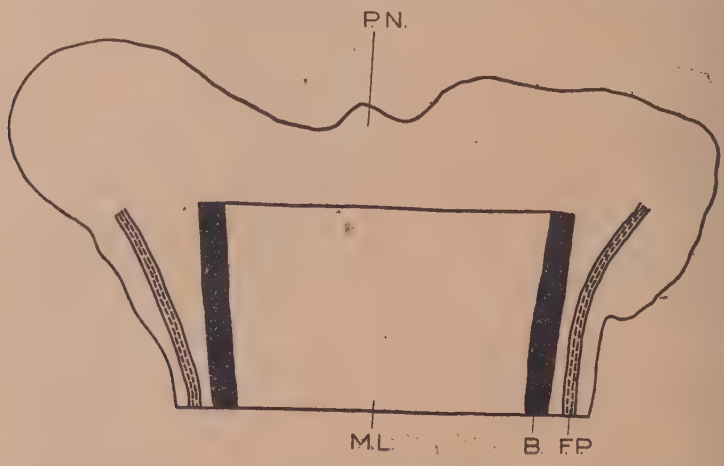


Fig. 7. — Coupe schématique du cal développé sur l'extrémité radicale d'un fragment de tige de *Rubus fruticosus* cultivé pendant deux mois en présence d'hétéroauxine à la concentration de 10^{-6}. F P : Fibres péricycliques ; B : Bois ; Ml : Moelle ; P N : Parenchyme néoformé.

Le tissu cambial a proliféré pour former un cal de parenchyme indifférencié qui déborde largement sur les tissus préexistants.

continu de fibres péricycliques sclérifiées ; le cylindre central comprend un liber très mince formé d'un parenchyme annulaire épais de quelques assises de cellules et interrompu par des rayons médullaires ; la zone génératrice est continue et produit vers l'intérieur un mince cylindre de bois ; le centre de la tige est composé de moelle formée d'un parenchyme à grandes cellules arrondies.

b. Structure de la tige cultivée *in-vitro*. — Des coupes longitudinales effectuées dans des fragments de tige après deux mois de culture montrent (fig. 7) que ces néoformations prennent naissance surtout à partir du cambium. Les quelques assises de parenchyme libérien prolifèrent également et concourent à la formation du cal. Ce dernier est tout d'abord composé d'un parenchyme très homogène, puis un certain nombre de cellules se mettent à secréter des tannins. Mais, aucun des éléments de ce parenchyme ne se transforme en vaisseaux ou en tubes criblés, si bien qu'il demeure très peu différencié.

2. *Rubus kinashii* Lev. — Cette Ronce est originaire du Japon. Ses tiges colorées en

rouge et recouvertes d'une pruine blanche la rendent ornementale, ce qui explique qu'elle est parfois plantée dans les jardins. La grande vigueur de cette plante nous a incité à tenter de cultiver ses tissus. Nous avons observé un mode de développement en tout point comparable à celui que nous venons de décrire. En présence d'hétéroauxine à la concentration de 10^{-6}; nous avons observé la formation de cals aux deux extrémités des fragments ensemencés; les tissus néoformés se développaient aussi bien à l'intérieur du milieu qu'à l'air libre; les tiges semblaient dépourvues de polarité de développement; enfin, la structure anatomique des néoformations était comparable à celle du *Rubus fruticosus*.

3. *Rubus reflexus* Ker. — *Rubus reflexus* est une liane originaire du Sud de la Chine, que l'on cultive en serre; de cette manière, sa végétation est continue, mais cependant beaucoup moins active que celle des deux espèces que nous venons de décrire. Elle a sur ces dernières l'avantage d'être utilisable en n'importe quelle saison; ses tiges, très grêles, dépassent rarement trois ou quatre millimètres d'épaisseur. La position très superficielle de l'assise génératrice oblige à prendre de grandes précautions au cours de l'épluchage.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance normale. — Des fragments de tiges de cette espèce mis en culture sur des solutions gélosées ne renfermant que du glucose et des sels minéraux se développent à peine. La partie de l'explantat plongée dans le milieu se gonfle légèrement et parfois il produit des mamelons irréguliers localisés à la surface de la gélose, mais ces néoformations sont toujours très réduites et cessent très vite de s'accroître.

b. Croissance en présence d'hétéroauxine. — Lorsque le milieu utilisé pour la culture contient de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}, on observe une croissance plus active. Les explantats prolifèrent lentement en formant de petits cals qui, exposés à la lumière, deviennent légèrement chlorophylliens et se colorent en rose par formation d'anthocyanes ou de produits analogues. Ces cals apparaissent à la surface de la gélose; ils sont situés latéralement sur le fragment qu'ils ne tardent pas à entourer d'un anneau irrégulier de parenchyme à demi plongé dans le milieu; cet anneau s'étale et forme une mince croûte à la surface du milieu. La partie du fragment située à l'air libre prolifère également sur la surface de section et produit un cal analogue à celui qui apparaît sur les cotés, bien que beaucoup moins volumineux.

Le mode de développement des fragments de tige de cette espèce ne paraît pas être influencé par l'orientation des fragments. Les proliférations que nous venons de décrire apparaissent sur les tronçons de tige quelle que soit leur orientation. Lorsqu'on prépare les cultures, on peut indifféremment enfoncer la face radiculaire, ou la face foliaire, dans le milieu. Dans les deux cas, les cals qui se forment sont identiques; les tissus des tiges de cette espèce paraissent donc dépourvues de polarité.

c. Influence de l'état des plantes expérimentées sur la croissance *in vitro*. — Le *Rubus reflexus* n'étant pas une plante rustique sous nos climats, on est obligé de le cultiver en serre tempérée; dans ces conditions, on le soustrait aux variations saisonnières de température, et sa végétation est continue. Nous avons fait des prélèvements de tiges aussi bien en hiver qu'en été, sans noter de différence dans leur mode de croissance *in vitro*.

B. *Structure anatomique.* — La structure anatomique des tiges de *Rubus reflexus* est

très voisine de celle de *Rubus fruticosus;* aussi, nous ne la décrirons pas. Des coupes longitudinales effectuées dans des tronçons de tige cultivés pendant deux mois en présence d'hétéroauxine à la concentration de 5.10^{-7} montrent que les cals se forment par suite de la prolifération de la zone génératrice. Ils ne demeurent pas indifférenciés comme les précédents. Après un mois ou un mois et demi de culture, certaines cellules se lignifient et s'entourent d'une zone génératrice produisant du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur. Il se forme aussi un certain nombre de nodules cribrovasculaires répartis très irrégulièrement.

II. Genre *Rosa* : *Rosa wichuraiana* Crépin. — Le mode de végétation de certains rosiers sarmenteux, notamment des hybrides de *Rosa wichuraiana,* présente de grandes analogies avec celui des Ronces. Ces plantes émettent chaque année des pousses longues de plusieurs mètres qui se ramifient et fleurissent l'année suivante, puis finissent par dépérir, tandis que de nouvelles tiges assurent la survie de la plante. Cette similitude nous a incité à tenter la culture *in vitro* de fragments de tiges d'une variété de Rosier hybride de *wichuraiana* nommée «American Pillar». Nous avons donc ensemencé des fragments de tiges de cette variété, âgées de quelques mois, dans un milieu nutritif contenant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}. Contrairement à ce que pouvait laisser supposer les essais effectués avec les *Rubus,* la croissance *in vitro* a été très faible et très irrégulière. Quelques rares fragments ont formé très lentement des cals minuscules, soit latéralement au contact du milieu, soit à l'air libre sur la surface de section des rameaux. Plusieurs ont produit des racines et ceux qui présentaient des ébauches de bourgeons ont donné naissance à des tiges feuillées qui ont atteint quelques centimètres. Nos résultats sont analogues à ceux qu'ont obtenu P. Nobécourt et M^me^ L. Koefler (60) avec les variétés «Hiawatha» et «Dorothy Perkins». Mais ces auteurs ont été plus heureux que nous dans leurs tentatives, car avec la variété «New Dawn» ils ont observé des proliférations vigoureuses en présence d'acide indole acétique et, en repiquant les cals ainsi formés sur des fragments de tiges, ils ont pu isoler une souche de tissus de rosier.

c. Lianes diverses.

Les espèces que nous venons d'étudier sont les seules dont les tissus se soient développés *in vitro* d'une façon notable. Nos essais ont porté sur un certain nombre d'autres lianes, mais les résultats ont été beaucoup moins satisfaisants. Dans certains cas, les tiges produisaient irrégulièrement de très petits mamelons impossible à repiquer. Dans d'autres, la croissance se manifestait uniquement par l'émission de quelques racines. Nous ne ferons que mentionner les noms de ces espèces. Ce sont : *Hedera helix* L., *Tetrastigma voinieriana* (Viala) Pierre., *Clematis vitalba* L., *Pueraria thunbergiana* (Sieb. et Zucc.) Benth. *Tecoma radicans* Juss., *Wisteria sinensis* Sweet, *Akebia quinata* (Houtt.) Decne, *Bougainvillea glabra* Choisy., *Clerodendron thomsonae* Balf. Plusieurs de ces plantes telles que *Tetrastigma voinieriana* ou *Pueraria thunbergiana,* ont cependant une vigueur exceptionnelle. Leurs tiges s'allongent en une saison de 4 ou 5 mètres. Il semble donc que, contrairement à ce que nous pensions avant d'entreprendre nos expériences, il n'y ait pas forcément une relation entre la rapidité de croissance de la plante entière et le développement de ses tissus *in vitro.* Ce résultat n'est pas vraiment surprenant car la croissance en longueur d'une tige est due à l'activité de son

méristème primaire; tandis que la croissance *in vitro* résulte de l'activité cambiale de la plante qui est le fait des méristèmes secondaires et n'est pas forcément en relation avec celle des points végétatifs.

II. Développement de fragments de tissus ou d'organes d'arbres.

Les premières véritables cultures de tissus végétaux furent réalisées en partant du tissu cambial de différents arbres tels que le Saule, l'Aune, l'Orme, etc. Dès 1934, Gautheret (15) parvînt à obtenir des cultures de tissus de *Salix caprea* L. et effectua diverses études anatomiques et physiologiques sur ces cultures. Mais à cette époque la technique était encore imparfaite et il lui fallut (26) plusieurs années de tâtonnement pour mettre au point les milieux de culture que nous utilisons actuellement. Ceci explique que cet auteur n'ait pu à cette époque obtenir une survie indéfinie par des repiquages successifs. Les résultats encourageants fournis par nos essais sur différentes plantes ligneuses comme les vignes et les ronces, nous ont incité à entreprendre à notre tour de cultiver des tissus d'arbres et comme notre but était d'essayer de cultiver des parasites obligatoires, nous nous sommes adressés à des espèces arborescentes facilement attaquées par des Urédinées (Aubépine et Poirier), ou par des Érysiphacées (Lilas).

I. *Crataegus monogyna* Jacq. — Pour obtenir des cultures de tissus d'Aubépine, nous avons procédé de deux manières différentes. Nous avons tout d'abord fait des cultures de tissus cambial provenant de grosses branches âgées de plusieurs années, suivant la méthode de Gautheret; puis par la suite nous sommes partis de jeunes tiges âgées de quelques mois que nous mettions en culture suivant la même technique que pour les tissus de lianes.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance normale. — Dès que l'on isole des fragments de tissu cambial d'Aubépine pour les disposer à la surface d'un milieu gélosé, on constate que leur couleur blanc-jaunâtre se modifie rapidement et qu'ils prennent en quelques minutes une teinte acajou, puis brun foncé. Cette coloration paraît causée par l'oxydation des tannoïdes pyrocatéchiques que renferment les membranes cellulaires de cette espèce. Cette modification, toute superficielle, n'intéresse que les cellules lésées par les opérations de mise en culture. Elle ne provoque aucune altération de la vitalité des tissus, car, au bout de quelques jours, ceux-ci se mettent à proliférer et reprennent leur teinte blanchâtre. Toute la partie située en dehors du milieu de culture augmente peu à peu d'épaisseur et se couvre de mamelons irréguliers, particulièrement développés sur la face qui adhérait au bois; leur croissance est très lente et ils deviennent légèrement chlorophylliens lorsqu'on les expose à la lumière. La partie de la lamelle de tissu cambial qui est située hors du milieu, s'épaissit ainsi de quelques millimètres en deux mois alors que celle qui plonge dans le substratum ne se modifie pas. Le contact du milieu paraît donc inhiber entièrement la croissance. Les massifs parenchymateux se forment aussi bien du côté foliaire des fragments que du côté radical; toutefois, ils sont plus nombreux et plus volumineux vers cette dernière extrémité; cette légère dissymétrie de développement semble indiquer une faible polarité.

Nous avons étudié de la même manière le développement de fragments de jeunes tiges, épaisses de quelques millimètres de diamètre. Pour cela nous les avons ensemencées dans un milieu ne renfermant pas d'hétéroauxine, en les enfonçant de quelques milli-

mètres dans la gélose, de manière que leurs extrémités radicales se trouvent situées à l'air libre. Nous avons alors observé que la croissance était surtout nette à cette extrémité radicale où le cal se formait sur la surface de section de l'explantat; elle n'était toutefois pas limitée à cette seule région, et de petits mammelons apparaissaient tout le long de la tige, mais uniquement en dehors du milieu; toutefois, ils demeuraient de taille réduite et nous n'avons observé de cals importants que sur l'extrémité radicale. Contrairement à ce que nous avons observé sur des fragments de tissu cambial provenant de branches âgées, l'extrémité foliaire des explantats ne prolifèrait jamais. La polarité des jeunes tiges paraît donc beaucoup plus accentuée que celle des organes âgés.

b. Croissance en présence de substances de croissance. — Lorsqu'on incorpore au milieu de l'acide *d* pantothénique sous forme de *d* pantothénate de calcium, à la concentration de 10^{-6} (54), on constate que la croissance des cals est plus rapide; ceux-ci deviennent plus gros, ils peuvent atteindre 1 centimètre d'épaisseur et demeurent constamment incolores sans jamais élaborer de chlorophylle, même lorsqu'on les expose à la lumière. Toutefois, l'acide *d* pantothénique n'est pas le seul facteur de croissance capable d'influer sur le développement des tissus d'Aubépine. Nous avons en effet constaté qu'une hétéroauxine telle que l'acide naphtyle acétique était plus active encore; c'est ainsi que lorsqu'on ajoute au milieu de culture cette substance à la concentration de 5.10^{-7}, on constate que les massifs parenchymateux qui se développent sur les explantats deviennent encore plus volumineux qu'en présence de pantothénate de calcium (pl. X, fig. B). Ces deux substances agissent d'ailleurs en synergie, car c'est en combinant leur action que l'on observe le meilleur développement. C'est ainsi que lorsqu'on incorpore au milieu du *d* pantothénate de calcium à la concentration de 10^{-6} et de l'acide naphtyle acétique à la dose de 5.10^{-7}, on observe une croissance exubérante, les cals formés en deux mois sur les explantats pouvant dépasser 2 centimètres d'épaisseur (pl. XI, fig. A).

c. Influence de l'état de la plante sur la croissance *in vitro*. — L'Aubépine entre en végétation dans la région parisienne vers la mi-avril. Ses tiges se développent alors très rapidement. Elle fleurit vers le début de mai, puis la croissance se ralentit et s'arrête vers la mi-juin. A partir de cette époque, le bourgeon terminal des tiges reste à l'état de repos jusqu'au printemps suivant. Nous avons cherché si cet arrêt de végétation influait sur la croissance de fragments de tige cultivés *in vitro*, et pour cela nous avons effectué des prélèvements depuis la fin avril jusqu'au mois d'août. Nous avons constaté que les fragments mis en culture au printemps se développaient plus rapidement que ceux que nous avons isolés au cours de l'été, tandis que les cals formés sur des explantats mis en culture après le mois de juillet devenaient moins gros et se différenciaient davantage. N'ayant pas fait de culture après la chute des feuilles, nous ignorons si des fragments prélevés en automne ou en hiver peuvent proliférer *in vitro*.

B. *Structure anatomique*. — *a.* Structure de la tige normale. — Une coupe pratiquée dans une jeune tige d'aubépine à 15 ou 20 centimètres du point végétatif montre un épiderme cutinisé très résistant qui entoure une écorce excessivement mince formée de quelques assises de cellules; une rangée de fibres péricycliques sclérifiées limite le cylindre central où l'on distingue le liber également très mince; la zone génératrice qui est continue entoure entièrement un cylindre de bois bien développé, au centre duquel se trouve la moelle formée d'un parenchyme à grandes cellules.

I. II III. IV. J. Vincent, phot.

Fig. A. — Fragments de tige d'Aubépine cultivés pendant un mois et demi en présence de différents facteurs de croissance.

1. Fragment se développant sans substance de croissance.
2. En présence d'acide pantothénique à la concentration de $5,10^{-7}$.
3. En présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de $5,10^{-7}$.
4. En présence d'acide pantothénique et d'acide naphtyle acétique à la concentration de $5,10^{-7}$.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Fragments de tiges de Tabac ayant été cultivées pendant deux mois en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-7}.

A gauche : la tige a été plantée dans le milieu en position inversée de telle sorte que la face radicale soit à l'air libre. Un cal blanc et compact est apparu sur cette face, tandis qu'un second cal annulaire formé de tissus mous et translucides s'est développé au contact du milieu.

A droite : la tige a été plantée de telle manière que la face radiculaire plonge dans le milieu. La face foliaire n'a pas proliféré, la croissance s'est limitée à un cal annulaire à la surface du milieu.

b. Structure de fragments de tige ayant proliféré *in vitro*. — Des coupes longitudinales pratiquées dans des fragments de tige cultivés pendant deux mois (fig. 8) montrent que la prolifération s'est produite à partir du cambium et du liber. Les cellules cambiales, en se divisant activement, ont élargi la tige qui est évasée vers le sommet, puis le parenchyme néoformé a complètement recouvert le bois qui demeure en place, surmonté du cal. Ce cal est d'abord formé d'un parenchyme homogène, puis peu à peu on observe quelques îlots de cinq à six cellules contiguës dont les parois se sont épaissies, et couvertes d'ornementations lignifiées. Ces îlots sont entourés d'une assise génératrice circulaire qui produit du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur. Il

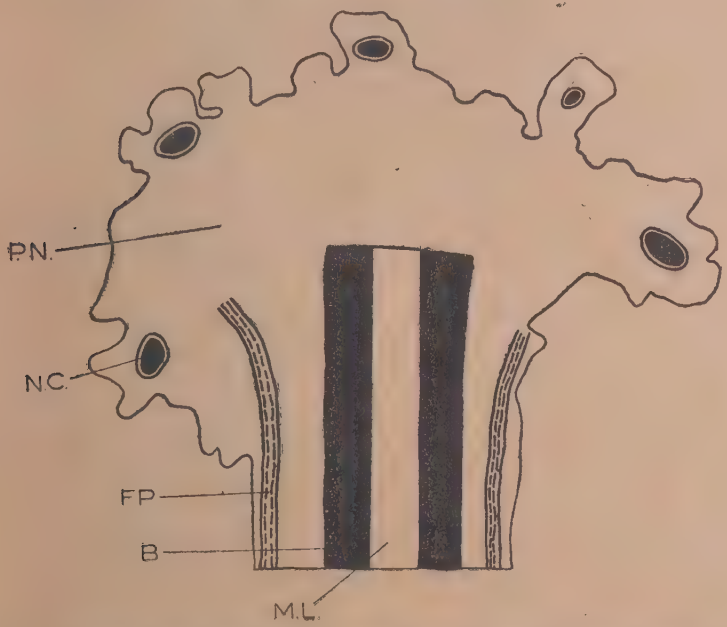


Fig. 8. — Schéma d'une coupe radicale d'un fragment de tige de *Crataegus monogyna* Jacq. après deux mois de culture *in vitro* en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 5,10-7.

Cette coupe représente le cal qui s'est formé sur l'extrémité radicale du fragment. Le tissu cambial a proliféré pour former une masse importante de parenchyme qui a débordé largement sur les tissus préexistants ; à la périphérie du cal se sont différenciés un certain nombre de nodules cribrovasculaires. B : Bois ; F P : Fibres péricycliques ; N C : Nodules cribrovasculaires ; P N : parenchyme néoformé.

apparaît ainsi un certain nombre de nodules cribrovasculaires disposés au hasard, mais cependant plus fréquents à la périphérie du cal (fig. 9). En outre, un grand nombre de cellules continuent à secréter des tanins qui sont précipités sous forme de grosses granulations au moment de la fixation.

II. *Pyrus communis* L. var. « Conférence ». — Le développement des tissus de Poirier *in vitro* est très voisin de celui des tissus d'Aubépine ; aussi nous nous contenterons de la décrire très rapidement.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance normale. — Lorsque l'on enfonce des fragments de jeune tige de Poirier dans des milieux gélosés ne renfermant aucune subs-

tance de croissance, en les orientant de manière que leur extrémité radiculaire soit située à l'air libre, ils ne prolifèrent que très lentement pour donner à cette extrémité des cals très réduits comparables à ceux qui se forment dans les mêmes conditions sur des tiges d'Aubépine. Toutefois, même exposés à la lumière, ces cals n'élaborent jamais de chlorophylle. En outre, ils produisent fréquemment de longs pseudothalles.

b. Croissance en présence d'hétéroauxine. — En présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7} les cals deviennent beaucoup plus volumineux et peuvent atteindre un centimètre et demi de diamètre. Une substance brune produite vraisemblablement par l'oxydation des tanins libérés au moment de la mise en culture diffuse lentement dans le milieu et celui-ci se colore au voisinage de la tige.

Fig. 9. — Détail d'un nodule cribrovasculaire formé à l'intérieur d'un cal de *Crataegus monogyna*.

Il est constitué par une zone génératrice cyclisée entourant un noyau de cellules ligneuses. A la périphérie de cette zone génératrice on rencontre des éléments criblés.

Ces cals, comme ceux que produit l'Aubépine, naissent à partir de la zone génératrice et du liber. Ils sont formés d'un parenchyme homogène renfermant quelques nodules cribrovasculaires.

III. *Syringa vulgaris* L. var. «M^{me} Florent Stepman». — Différents auteurs, tels que Zimmerman, Van der Lek et Krythe, au cours d'essais de bouturage, ont étudié l'action des hétéroauxines sur la tige de Lilas et ont constaté que ces tiges sont capables de produire des cals très volumineux; aussi nous a-t-il paru intéressant d'en tenter la culture *in vitro*. N'ayant pas cultivé les tissus de Lilas sans hétéroauxine, nous ignorons s'ils peuvent se développer en l'absence de ce produit.

A. *Morphologie externe.* — Croissance en présence d'hétéroauxine : Lorsqu'on ensemence des fragments de jeunes tiges sur des milieux gélosés renfermant de l'acide

naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}; en les orientant d'une manière telle que leurs extrémités radiculaires soient situées à l'air libre, ils ne tardent pas à proliférer; au bout de quelques jours, un anneau continu de parenchyme apparaît sur la face radicale des explantats à l'emplacement de la section de la zone génératrice. En

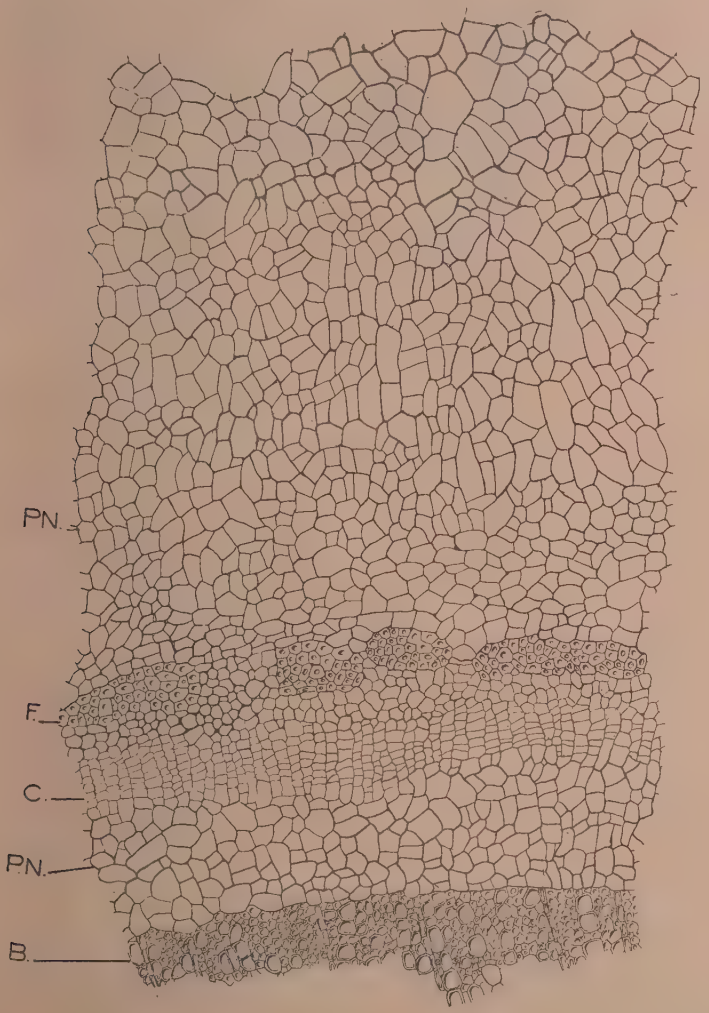


Fig. 10. — Coupe transversale pratiquée dans une tige de Lilas ayant été cultivée pendant deux mois en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}. La coupe a été faite un peu au-dessus du niveau du milieu de culture à l'endroit où la prolifération était la plus intense.
P N : Parenchyme néoformé; F : Fibres; C : Cambium; B : Bois.

Le tissu cambial a proliféré faiblement pour former une mince bande de parenchyme P N qui le sépare du bois B. Le développement du parenchyme cortical a été beaucoup plus intense; il a donné naissance à une énorme masse de tissus néoformés.

même temps, toute la partie de la tige, qui est située en dehors du milieu nutritif, augmente peu à peu d'épaisseur. Cet accroissement est très sensible au contact même

de la gélose, où se développe un second cal qui entoure rapidement le fragment et devient aussi volumineux que celui qui termine la tige et souvent finit par le rejoindre. Si bien qu'après deux mois de culture, toute la partie située à l'air est recouverte d'une énorme masse de parenchyme irrégulièrement mamelonnée. Exposés à la lumière diffuse, ces cals deviennent légèrement chlorophylliens.

Le mode de croissance que nous venons de décrire peut laisser supposer que les tissus de la tige sont peu polarisés, mais en réalité il n'en est rien, car si l'on dispose les fragments de manière telle que leur extrémité foliaire se trouve située à l'air libre, on s'aperçoit qu'elle ne prolifère pas du tout. En ce cas, la croissance est limitée à la partie médiane de l'explantat, car le développement de la face radiculaire profondément

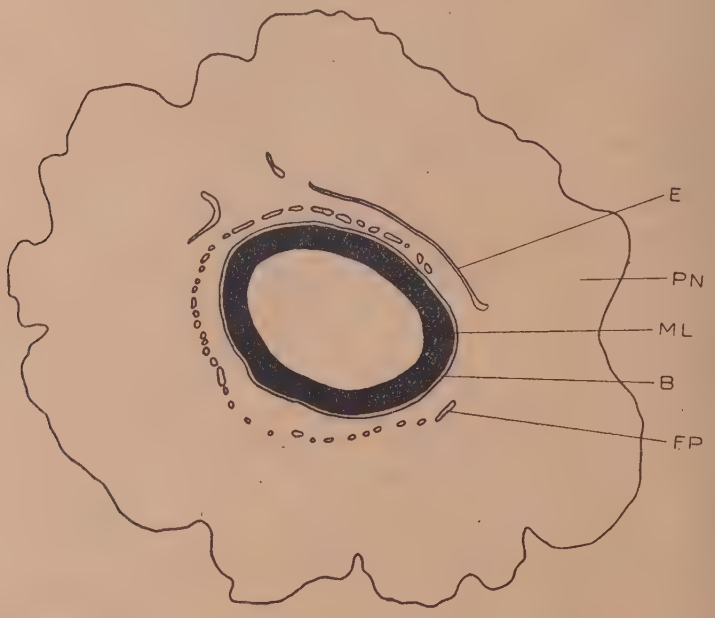


Fig. 11. — Coupe schématique d'un fragment de tige de *Syringa vulgaris* ayant été cultivé pendant deux mois en présence d'hétéroauxine à la concentration de 5.10^{-7}.

Le parenchyme cortical a proliféré pour former une masse volumineuse de parenchyme indifférencié. Les tissus néoformés ont au cours de leur croissance complètement entouré les fragments d'épiderme E qui n'ont pas été éliminés au cours du prélèvement.

ML : Moelle ; B : Bois ; F P : Fibres péricycliques ; PN : Parenchyme néoformé ; E : cellules épidermiques tuées au moment de la mise en culture.

immergée est alors imbibée par le contact du milieu. D'autre part, si l'on couche les explantats à plat sur la gélose, on constate que leurs extrémités foliaires ne prolifèrent pas, tandis que des néoformations volumineuses apparaissent vers l'extrémité radiculaire. Le développement des tiges de cette plante est donc nettement polarisé.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure de la tige normale. — La tige du Lilas, lorsqu'elle a atteint 20 à 30 centimètres de longueur, présente la structure suivante : elle possède un épiderme qui se subérifie rapidement; il recouvre un parenchyme

cortical épais formé de grosses cellules arrondies; sous ce parenchyme cortical les fibres péricycliques forment des îlots séparés; en allant vers l'intérieur, on rencontre ensuite le liber composé d'un parenchyme dans lequel se différencient non seulement des tubes criblés, mais encore des fibres libériennes réunies en petits groupes; l'assise génératrice donne naissance, vers l'intérieur, à un anneau continu de bois qui entoure la moelle.

b. Structure de la tige cultivée *in vitro*. — Une coupe transversale pratiquée après deux mois de culture dans la tige à l'endroit où la prolifération est la plus intense, c'est-à-dire au niveau du milieu de culture, présente l'aspect suivant (fig. 10 et 11) : on y reconnaît, en partant du centre, la moelle et le bois qui ne se sont pas modifiés. La zone génératrice a légèrement proliféré pour former à l'intérieur, vers le bois, un parenchyme formé de quelques assises de grandes cellules; les régions internes du liber sont elles-mêmes peu modifiées. Par contre, les cellules des assises les plus externes de ce tissu se sont multipliées activement; le cercle de fibres péricycliques se trouve interrompu en plusieurs endroits par suite de leur croissance; le péricycle ainsi brisé a laissé échapper, à l'extérieur, un parenchyme qui a proliféré activement et se trouve mélangé au parenchyme cortical dont la croissance a été considérable; ce dernier a donné naissance à des masses importantes de tissus néoformés; ceux-ci, en se développant à l'extérieur de la tige ont formé un cal qui emprisonne maintenant les tissus les plus externes, tels que des fragments d'épiderme qui se sont peu modifiés; ce parenchyme est formé de cellules de taille régulière; il demeure absolument homogène. Jamais nous n'avons vu s'y former ni cellules ligneuses, ni zone génératrice.

III. Développement de fragments d'organes de plantes herbacées.

Au moment où nous avons commencé nos recherches, on savait cultiver des tissus de plantes herbacées produisant des organes charnus, comme la racine de Carotte, de Scorsonère ou le rhizome de Topinambour, qui résultent d'une intense prolifération cambiale. Celles qui forment des tiges aériennes annuelles, s'accroissant peu en épaisseur, n'avaient guère été étudiées. On n'était jamais parvenu à cultiver les tissus normaux de la tige de ces dernières, mais uniquement des tissus tumoraux, et l'on pouvait se demander si la culture des tissus normaux d'espèces herbacées, ne manifestant qu'une activité cambiale réduite, serait possible. Nos tentatives de cultures de parasites obligatoires nous ont conduits à en étudier un certain nombre; ce sont tout d'abord le Muflier, puis diverses Malvacées : Mauve, Guimauve, Abutilon, sur lesquelles nous avons tenté de cultiver diverses Urédinées, et enfin le Tabac, que nous avons utilisé pour maintenir *in vitro* divers virus.

I. *Antirrhinum majus* L. — Le Muflier est une plante vivace dont les tiges ne sont pas annuelles comme celles de la plupart des plantes herbacées de notre flore, mais persistent pendant plusieurs années. Nous avons étudié la croissance *in vitro* de fragments de tiges uniquement en présence d'hétéroauxine, et nous ignorons s'il est possible d'obtenir leur développement en l'absence de cette substance.

A. *Morphologie interne*. — *a.* Croissance en présence d'hétéroauxine. — Lorsqu'on ensemence des fragments de tige de Muflier dans un milieu qui contient des doses d'hétéroauxine comprises entre 10^{-7} et 10^{-6}, en les orientant de manière à ce que leurs extré-

mités radiculaires se trouvent en dehors du milieu, la croissance se manifeste au bout de quelques jours par la formation de racines. Ces organes sont surtout abondants vers l'extrémité radicale du fragment, puis, au bout d'une dizaine de jours, on observe un mince anneau de parenchyme légèrement chlorophyllien qui apparaît sur la face radiculaire à l'emplacement de la zone génératrice. Le cal se développe peu à peu très lentement et, après deux mois de culture, il a la forme d'un mince disque aplati qui coiffe le fragment.

Les cals apparaissent toujours en dehors du milieu de culture et uniquement sur la face radiculaire de l'explantat, si bien que lorsque l'on plante des tiges dans la gélose, de manière à ce que cette face soit immergée, elle ne prolifère pas et l'explantat produit uniquement des racines; les tissus de la tige d'*Antirrhinum* possèdent donc une polarité très marquée.

b. Influence de l'état de la plante sur la croissance *in vitro*. — Dans les régions méridionales, le Muflier ne présente pas d'arrêt de croissance hivernal. De même sous nos climats, lorsqu'on le rentre en serre, il continue à végéter tout l'hiver. Nous avons effectué des prélèvements de fragments de tige de Muflier à diverses époques de l'année, sans remarquer d'influence saisonnière; cependant, seuls les fragments de tige jeune se développent bien; ceux qui proviennent de tige portant des boutons floraux ou des fleurs épanouies ne produisent que des cals très réduits et de très nombreuses racines.

B. *Caractères anatomiques* — *a.* Structure de la tige normale. — Les tiges de Muflier sont recouvertes d'un épiderme assez résistant, se détachant très facilement; l'écorce, très mince, est constituée par quelques assises de cellules; le liber est également mince; la zone génératrice produit, vers l'intérieur, un parenchyme vasculaire dans lequel on rencontre de nombreux vaisseaux, entourant la moelle, qui, elle, est très développée et occupe tout le centre de la tige.

b. Structure de fragments de tige ayant proliféré *in vitro*. — Lorsqu'on étudie, sur des coupes longitudinales, le développement de ces fragments de tige après deux mois de culture, on constate que la zone génératrice a proliféré uniquement à l'extrémité radiculaire de l'explantat, pour former un bourrelet parenchymateux qui a formé le cal, en débordant de chaque côté vers l'intérieur et l'extérieur de la tige. Les assises les plus externes du parenchyme médullaire ont également contribué à la formation de ce cal; leur activité est bien visible aux endroits où la zone génératrice a été arrachée ou détruite, au moment de la mise en culture; à cet endroit, les tissus nés de leur prolifération font irruption à l'extérieur. Ce cal ne demeure pas homogène, mais il se différencie pour donner un grand nombre de modules cribrovasculaires typiques, semblables à ceux que nous avons décrits chez certaines plantes ligneuses comme l'Aubépine; toutefois, ces nodules sont beaucoup plus nombreux que ceux que l'on rencontre dans les cultures de tissus d'arbres.

II. *Malvacées*. — La culture de tissus de tige de Malvacées présente des difficultés importantes, et ce n'est qu'après de nombreux essais infructueux que nous avons pu obtenir des résultats satisfaisants. Nos essais ont porté surtout sur trois espèces : la grande Mauve, *Malva sylvestris L.;* la Guimauve, *Althea officinalis L.;* la Guimauve de Thuringe, *Althea thuringiaca L.*, originaire d'Europe centrale.

1. *Malva sylvestris* L. — La Mauve est ordinairement bisannuelle; la première

année, elle ne fleurit pas mais forme une rosette de feuilles et enfonce profondément dans le sol une racine pivotante; sa tige se développe seulement l'année suivante et la plante meurt souvent après la floraison. Nous avons étudié le développement de fragments de racines et de tiges de cette espèce en présence d'hétéroauxine, mais nous ignorons le comportement des tissus de cette plante sur des milieux ne renfermant pas de substance de croissance.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance en présence d'hétéroauxine. — Racine : Lorsqu'on ensemence des fragments de racine de Mauve dans des milieux renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}, ils se développent très peu; ils produisent simplement, au contact du milieu de culture, des pustules formées d'un tissu fragile d'aspect farineux ou de masses translucides de tissus mous et dissociés impossibles à repiquer.

Tige : En présence de doses moyennes d'acide naphtyle acétique (5.10^{-7}), la croissance de fragments de tige débute d'une façon très active quelques jours après l'ensemencement. Toute la partie supérieure des explantats se couvre d'une mince couche de cellules blanches et luisantes; la prolifération est particulièrement active sur la surface de section de la tige qui, en un mois et demi, se couronne de volumineux cals de parenchyme entièrement incolore, en même temps, on voit apparaître groupés à la périphérie du cal des faisceaux de racines qui s'enfoncent rapidement dans la gélose.

Les cals ne se forment que du côté radiculaire de l'explantat et, comme ceux du Muflier, ne se développent pas à l'intérieur du milieu nutritif. Lorsqu'on enfonce dans ce dernier l'extrémité radiculaire des fragments, la prolifération est limitée à une production de racines. Les tiges de Mauve présentent donc une polarité très marquée.

b. Influence de l'état de la plante sur la croissance *in vitro*. — L'âge des tiges utilisées pour le prélèvement a une grande importance sur l'évolution des cultures. Au cours de la première année de la végétation de la plante, elles sont trop courtes pour être utilisables et ce n'est qu'au printemps suivant qu'il est possible d'effectuer des prélèvements; il convient de le faire au cours des deux mois qui suivent le début de la pousse, c'est-à-dire avant que n'apparaissent les boutons floraux; si l'on attend plus tard, les fragments mis en culture sont incapables de former des cals et ne produisent que des racines. De même que chez la Vigne, les régions les plus jeunes de la tige, dans lesquelles il n'existe pas d'assise génératrice individualisée, paraissent également incapables de se développer *in vitro* et, lorsqu'on les ensemence, elles demeurent vivantes fort longtemps sans se modifier.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure de la tige normale. — Lorsqu'on examine des coupes pratiquées à une vingtaine de centimètres de l'extrémité de la tige de Mauve un peu avant la floraison, on constate qu'elle est limitée extérieurement par un épiderme épais qui recouvre un parenchyme cortical très mince. Le cylindre central est délimité par de petits îlots de fibres cellulosiques très rapprochés les uns des autres. Il se compose de deux anneaux concentriques très minces de liber et de bois secondaires séparés par une zone génératrice libéroligneuse. Le bois est formé de quelques grands vaisseaux associés à des éléments plus petits, fibres et cellules ligneuses en fibres radiales. Il entoure entièrement la moelle formée d'un parenchyme à grandes cellules régulières.

b. Structure de fragment de tige cultivée *in vitro*. — Lorsqu'on suit sur des coupes longi-

tudinales la croissance *in vitro* de la tige de Mauve, on peut voir qu'elle n'est pas limitée au cambium, mais que le liber et le parenchyme médullaire participent également à l'élaboration des cals; comme pour les autres espèces, ceux-ci sont tout d'abord formés de parenchyme homogène, mais, au bout d'un certain temps, il apparaît dans ce parenchyme une zone génératrice (fig. 12 et 13) qui est raccordée à la zone génératrice normale de la tige et la prolonge dans le cal au-dessus du bois et de la moelle; cette assise génératrice très régulière donne naissance, vers l'intérieur, à un parenchyme vasculaire renfermant de très nombreux vaisseaux orientés comme dans la tige

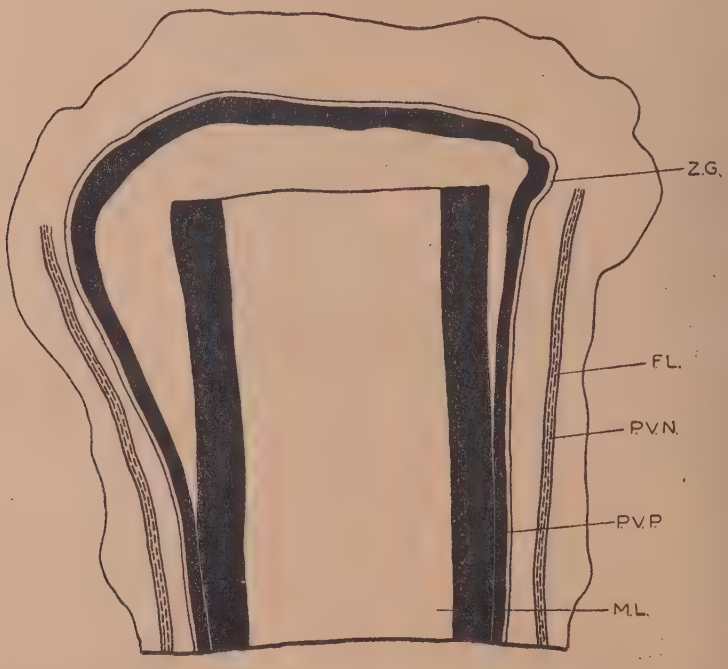


Fig. 12. — Coupe schématique d'un fragment de tige de *Malva sylvestris* ayant été cultivé pendant deux mois en présence d'hétéroauxine à la concentration de 5.10^{-7}.

Cette coupe représente la face radicale de la tige. On remarque que le tissu cambial a proliféré pour former un cal qui recouvre les tissus préexistants. A l'intérieur de ce cal est apparu une zone génératrice Z G qui se raccorde à la zone génératrice préexistante et forme du liber vers l'extérieur et des vaisseaux vers l'intérieur du cal.

P V N : Parenchyme vasculaire néoformé; P V P : Parenchyme vasculaire préexistant; M L : Moelle; Z G : Zone génératrice; F L : Fibres libériennes.

normale, et vers l'extérieur, à du liber dans lequel on observe de grandes cellules à mucilage; cette zone génératrice continue rappelle celle que l'on observe dans les cals de Vigne; elle est toutefois beaucoup plus régulière et donne naissance à un tissu plus différencié.

2. *Althea thuringiacia* L. — Les tiges de l'*Althea thuringiaca* L. cultivées *in vitro* se développent d'une manière en tous points comparable à celles de *Malva sylvestris;* aussi nous ne nous y arrêterons pas plus longtemps. Celles d'*Althea officinalis* L., par contre,

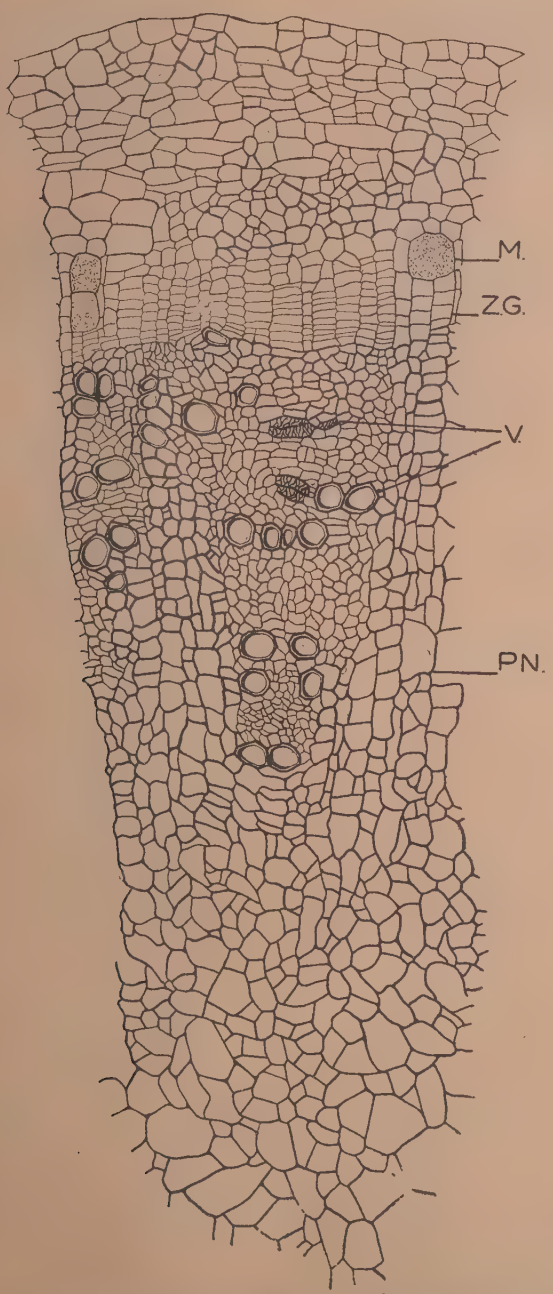


Fig. 13. — Coupe longitudinale d'un cal produit par une tige de Mauve après deux mois de culture en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}.

Une zone génératrice libéroligneuse est apparue dans ce cal et a produit vers l'intérieur un parenchyme vasculaire où l'on distingue des vaisseaux V et vers l'extérieur un parenchyme libérien où se sont différenciées de grandes cellules à mucilage M. Cette structure reproduit celle d'une tige.

P N : Parenchyme néoformé ; M : Cellules à mucilage ; Z G : Zone génératrice ; V : Vaisseaux.

prolifèrent avec une extrême lenteur. Les cals qui apparaissent ici également du côté radical des fragments, à l'emplacement de la zone génératrice, ne s'accroissent pas suffisamment pour que leurs bords intérieurs puissent se souder et conservent donc une forme annulaire; ils sont entièrement lisses et fortement chlorophylliens. La structure anatomique de ces bourrelets rappelle celle des cals de *Malva sylvestris;* cependant ils sont encore plus lignifiés, au point que l'on a de la peine de les couper avec un scalpel.

III. *Nicotiana tabacum* L. var. « White Burley ». — Le Tabac est susceptible d'héberger, en dehors du virus bien connu de la Mosaïque, un certain nombre d'autres virus communs à diverses Solanées, et en particulier le Virus X et le Virus Y de la Pomme de terre qui provoquent chez cette plante des mosaïques parfois accompagnées de nécroses. C'est dans le but de cultiver *in vitro* ces divers virus que nous avons effectué des cultures de tissus de Tabac.

A. *Morphologie externe.* — *a.* Croissance normale. — Lorsqu'on ensemence des fragments de tige de Tabac dans des milieux ne renfermant pas d'hétéroauxine, en les orientant de manière que leur extrémité radiculaire soit située à l'air libre, le cal se forme très lentement sur cette extrémité, uniquement en dehors du milieu de culture; il a l'aspect d'un disque irrégulier devenant vert pâle si les cultures sont exposées à la lumière. La tige émet également un certain nombre de racines, et, assez rarement, quelques bourgeons apparaissent sur les néoformations.

b. Croissance en présence d'hétéroauxine. — Lorsqu'on incorpore au milieu de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-7}, les cals deviennent plus volumineux. Ils élaborent moins de chlorophylle et produisent davantage de racines; en même temps, la tige se met à proliférer au contact du milieu à la surface de celui-ci et s'entoure d'une couronne de tissu mou et translucide d'aspect bien différent du cal normal (pl. XI, fig. B).

Enfin, en présence de doses plus fortes d'hétéroauxine, on constate que, pour des concentrations comprises entre 10^{-7} et 10^{-6}, les cals deviennent encore plus volumineux, mais que leur aspect se modifie rapidement. Au bout d'un certain temps, quelques mamelons se décolorent, deviennent translucides et cette transformation gagne peu à peu une partie importante des tissus néoformés. L'examen microscopique de ces tissus translucides montre qu'ils sont, en grande partie, formés de cellules géantes ayant subi un accroissement isodiamétrique et sans cohésion entre elles.

Le Tabac est donc une plante qui paraît très sensible à l'action toxique de l'hétéroauxine, puisque des altérations se produisent pour des concentrations dix fois plus faibles (10^{-7}) que dans le cas des autres espèces que nous avons étudiées.

Si, au lieu d'enfoncer l'extrémité foliaire des fragments dans le milieu, de manière que la face radiculaire soit située à l'air libre, on plonge cette dernière dans la gélose, son développement est en grande partie inhibé par le contact du milieu; elle ne prolifère alors qu'en présence d'hétéroauxine et dans ce cas elle fournit des néoformations toujours translucides et sans consistance localisées surtout au voisinage de la surface de la gélose. Par contre, l'extrémité foliaire, qui est située à l'air, ne prolifère pas davantage que lorsqu'elle est immergée dans la gélose. Les tiges de Tabac, comme celles de toutes les plantes herbacées que nous avons étudiées, présentent donc une polarité très nette.

c. Influence de l'état de la plante sur la croissance *in vitro.* — Le Tabac est une plante

dont la tige meurt après avoir fructifié. C'est en isolant des fragments de tiges encore jeunes en voie de croissance active que l'on obtient les meilleurs développements *in vitro*. Cependant des tiges plus âgées prélevées au moment de la floraison de la plante sont encore susceptibles de se développer pour former des cals importants.

B. *Caractères anatomiques.* — *a.* Structure de la tige normale. — Des coupes transver-

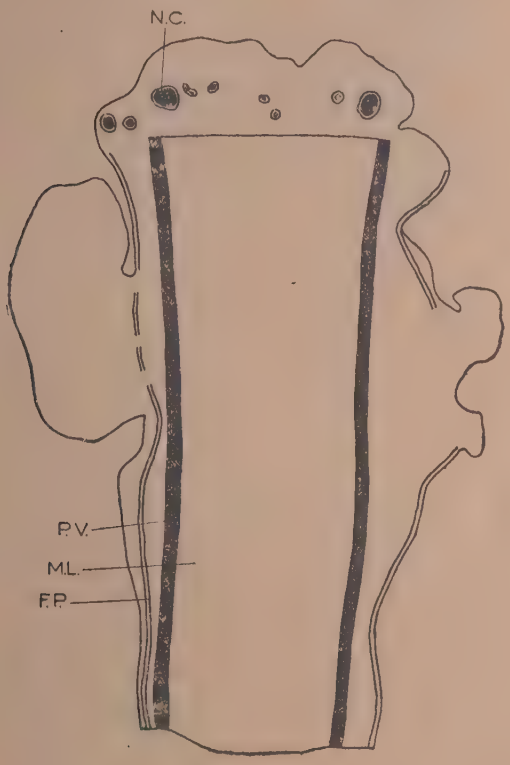


Fig. 14. — Coupe schématique d'un fragment de tige de Tabac ayant été cultivé pendant deux mois en présence d'hétéroauxine à la concentration de 10^{-7}.

La prolifération du cambium a donné naissance à deux cals différents. Le premier formé d'un parenchyme compact s'est développé sur la face radicale du fragment. Un certain nombre de nodules cribro-vasculaires sont apparus à l'intérieur de ce parenchyme. Le second cal constitué par un tissu mou formé de cellules géantes, s'est développé à la surface du milieu de culture. Il entoure entièrement le fragment au niveau où il émergeait de la gélose.

N C : Nodules cribrovasculaires ; Ml : Moelle ; P V : Parenchyme vasculaire ; F P : Fibres péricycliques.

sales effectuées dans une tige de Tabac, une vingtaine de centimètres en dessous du point végétatif, permettent d'en examiner la structure ; on distingue à l'extérieur l'épiderme mince et poilu, puis quelques assises de parenchyme cortical qui est chlorophyllien et dont certaines cellules renferment des mâcles d'oxalate de calcium. Le péricycle formé d'une seule assise de cellules limite le cylindre central. Le liber forme un anneau continu dans lequel on distingue des îlots de fibres libériennes. Cet anneau de liber est doublé intérieurement par un mince anneau de bois formé de grands vaisseaux

associés à des fibres et interrompu par des rayons médullaires. Enfin, la moelle constituée par un parenchyme à grandes cellules présente à sa périphérie, en regard des vaisseaux de première formation, des amas cellulaires colorés en rose vif par le carmin, qui sont formés par du liber interne.

b. Structure de la tige cultivée *in vitro*. — La coupe longitudinale d'un fragment de tige observée après deux mois de culture permet de voir (fig. 14) que tous les tissus, à l'exception du parenchyme vasculaire trop différencié pour proliférer, c'est-à-dire l'écorce, le parenchyme libérien, le cambium et la moelle, ont participé à la formation des cals; mais c'est surtout la croissance du parenchyme libérien qui est active. Les

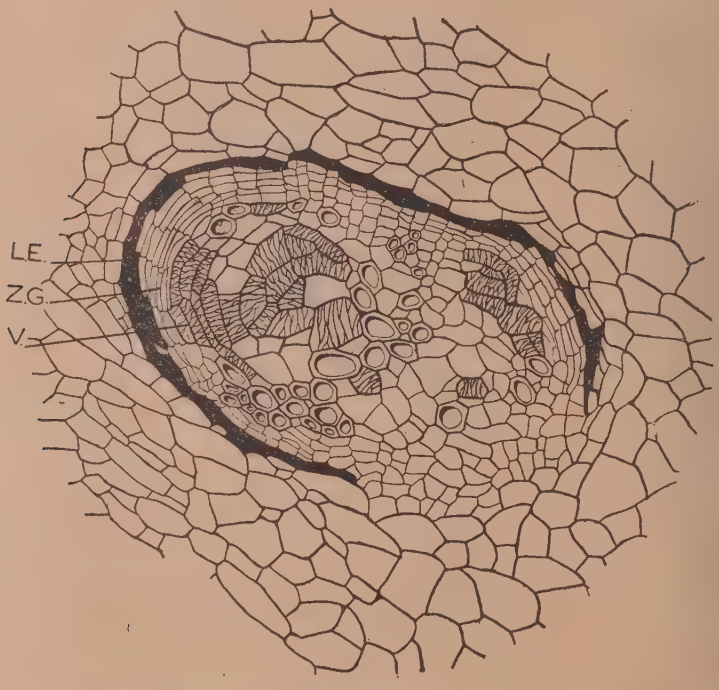


Fig. 15. — Nodule cribrovasculaire formé à l'intérieur d'un cal de *Nicotiana Tabacum* après deux mois de culture.

Ce nodule est constitué par une zone génératrice circulaire produisant du liber vers l'extérieur et du parenchyme vasculaire vers l'intérieur.

V : Vaisseaux; Z G : zone génératrice; L E : Liber nécrosé.

néoformations qui apparaissent latéralement au contact du milieu, au contraire, prennent naissance uniquement à partir du parenchyme cortical.

Ces néoformations demeurent indifférenciées pendant un certain temps, puis, peu à peu, certaines de leurs cellules groupées en petits massifs isolés épaississent leurs parois et se couvrent d'ornementations lignifiées; ces massifs s'entourent d'une zone génératrice libéroligneuse, si bien qu'après deux mois le parenchyme renferme un grand nombre de nodules cribrovasculaires analogues à ceux que nous avons décrits chez les autres plantes herbacées (fig. 15).

Conclusions. — Ces expériences montrent que les tissus des plantes herbacées qui

produisent uniquement des tiges annuelles de peu d'épaisseur sont susceptibles de se développer *in vitro* d'une manière comparable à celle des espèces qui produisent des organes charnus.

C. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES TISSUS REPIQUÉS.

Les néoformations qui apparaissent sur des fragments d'organes cultivés *in vitro* sont bien différents des tissus primitifs; c'est ainsi que leur aspect morphologique et leurs caractères anatomiques sont profondément modifiés. Alors que les fragments primitifs ont une structure régulière, ces néoformations ont généralement une structure anarchique; elles sont constituées par des parenchymes beaucoup moins différenciés, parfois même entièrement homogènes. Alors que les différents tissus d'une tige présentent fréquemment une polarité très marquée, cette propriété disparaît complètement dans les tissus néoformés. De même les tissus néoformés ont des propriétés physiologiques différentes de celles des tissus préexistants. En effet, tandis que des fragments d'organes sont souvent capables de proliférer d'une façon appréciable au contact de solutions minérales simplement glucosées, il est au contraire tout à fait exceptionnel que des milieux aussi simples puissent assurer la survie indéfinie des néoformations ainsi apparues. Dans la plupart des cas, la croissance des fragments d'organe est une croissance résiduelle qui se manifeste sous l'influence des réserves en auxines des explantats. Celles-ci sont épuisées lorsqu'après deux mois de culture il devient nécessaire de procéder au repiquage des tissus. Ces derniers ne peuvent alors poursuivre normalement leur croissance qu'au contact d'une solution renfermant une hétéroauxine. Les hétéroauxines ont donc une valeur nutritive considérable puisqu'il est généralement impossible d'obtenir une croissance durable des cultures en leur absence. Leur action ne se borne d'ailleurs pas à exalter la prolifération des tissus, car au bout d'un certain temps elles modifient profondément les caractères de leur développement. C'est pourquoi nous envisagerons l'étude de l'action physiologique des hétéroauxines en même temps que l'examen du repiquage. Nous décrirons successivement les caractères des repiquages des tissus de lianes, d'arbres et de plantes herbacées, et pour chacun de ces types de tissus nous étudierons les caractères physiologiques et anatomiques des colonies.

A. Tissus de Lianes.

1. *Vitis vinifera* L. — Il est assez délicat de repiquer les cals qui se forment sur des fragments de tige de Vigne. Contrairement à ce qui se produit avec de nombreuses espèces comme la Carotte ou la Vigne-vierge, les surfaces lésées par le scalpel prolifèrent très mal. La croissance y est toujours limitée en quelques points où se forment d'abord de petits mamelons qui s'accroissent par la suite en débordant sur le reste de la partie blessée. Très souvent, au cours du repiquage suivant, on retrouve intactes ces plages touchées par le scalpel. Il importe donc de les réduire au minimum. L'étude des tissus repiqués nous a permis d'obtenir trois types de colonies tissulaires : tissus normaux, tissus sensibilisés et tissus accoutumés à l'hétéroauxine. Nous allons définir ces trois types de cal, examiner leur origine et décrire leurs caractères morphologiques, physiologiques et anatomiques.

a. *Tissus normaux.* — En étudiant le développement de fragment d'organes, nous

avons défini la croissance normale comme étant celle qui se produit en l'absence de substances de croissance. Nous avons vu que lorsqu'on ensemence des fragments de tige de Vigne sur des milieux qui ne renferment pas d'hétéroauxine, ils se développaient pour former des masses de parenchyme constituant ce que nous appelerons le cal normal. Lorsqu'on sépare ces néoformations du fragment sur lequel ils se sont développés pour tenter ensuite de les repiquer sur des milieux dépourvus d'hétéroauxine, on constate que leur croissance cesse. Ils demeurent vivants plusieurs mois sans se modifier. Il est donc impossible d'en isoler une souche.

b. *Tissus sensibilisés.* — 1. Caractères morphologiques et physiologiques. — Lorsqu'on repique des fragments de cals normaux sur des milieux contenant de l'acide naphtyle acétique, on observe par contre des phénomènes très différents; aussi avons-nous étudié de façon très précise l'action de ce produit sur la croissance de ces tissus. Pour cela, après avoir pesé des fragments de cal d'une centaine de milligrammes qui s'étaient développés sur des tiges cultivées pendant deux mois sans hétéroauxine, nous les avons placés sur des milieux renfermant différentes doses d'acide naphtyle acétique. Des solutions nutritives dépourvues d'héteroauxine nous ont permis d'obtenir des cultures témoins.

Une nouvelle pesée faite après deux mois de culture nous permettait d'apprécier la croissance. Nous avons ainsi constaté que, jusqu'à la concentration de 10^{-7}, l'hétéroauxine ne paraît exercer aucune action. Les fragments demeurent vivants sans s'accroître sensiblement. Puis, à partir de 10^{-7}, l'effet excitoformateur de l'acide naphtyle acétique commence à se manifester. Il est maximum pour 10^{-6}, concentration à laquelle ce produit provoque une croissance exubérante des cultures qui s'accroissent en moyenne de 2 grammes en deux mois. Des doses plus fortes deviennent rapidement toxiques; elles provoquent la formation de cellules géantes et désorganisent les tissus. C'est donc la concentration de 10^{-6} qui paraît le mieux convenir aux repiquages de Vigne. Or, si après deux ou trois passages à cette concentration, on replace les tissus sur une gamme de milieux analogues à la précédente, c'est-à-dire composée de solutions renfermant différentes doses d'acide naphtyle acétique ainsi que de témoins sans hétéroauxine, on observe des résultats très différents.

On constate tout d'abord que les tissus sont devenus capables de se développer sans hétéroauxine. Cette croissance est assez lente puisque l'augmentation de poids est d'environ 250 milligrammes en deux mois, c'est-à-dire dix fois plus faible que celle qu'on observe à la concentration optimum. Mais ce n'est pas une croissance résiduelle comme celle des fragments de tige, car elle se maintient indéfiniment. Nous entretenons de telles cultures depuis cinq ans sans hétéroauxine; elles ont déjà subi 32 repiquages. On constate ensuite (fig. 16) que le maximum de la courbe s'est déplacé vers les faibles concentrations et se trouve maintenant vers $2{,}5.10^{-7}$. Les tissus sont devenus cinq fois plus sensibles à l'hétéroauxine, puisque ce produit exerce déjà une action inhibitrice à la concentration de 5.10^{-7}. Ce fait, assez surprenant, rappelle le phénomène de sensibilisation des tissus de Topinambour observé par Gautheret. Cet auteur a en effet constaté que si l'on soumet des tissus de Topinambour pendant deux mois à des doses d'acide indole acétique supérieures à 10^{-7}, ils subissent des modifications profondes et que leur prolifération est inhibée par des doses d'hétéroauxine qui, avant ce traitement, provoquaient un développement intense. Toutefois, dans le cas de la Vigne, on a affaire à un phénomène de nature différente, car, tandis que les tissus de Topinambour ainsi modifiés cessent de se développer et ne tardent pas à mourir, ceux de Vigne, au contraire,

acquièrent la propriété de proliférer indéfiniment en l'absence de substance active. De plus, cette transformation paraît définitive et irréversible. Pour le vérifier, nous avons replacé des tissus de Vigne sensiblisés et cultivés *in vitro* pendant quatre ans dans un milieu dépourvu d'hétéroauxine sur une série de milieux à concentration croissante en acide naphtyle acétique. Nous avons constaté alors qu'ils n'avaient rien perdu de leur sensibilité acquise quatre ans auparavant. Morphologiquement, les tissus sensibilisés sont absolument semblables aux tissus normaux. Les uns et les autres forment des masses compactes de parenchyme blanc ou légèrement teinté de rose, recouverts en surface d'une multitude de petits mamelons isolés (pl. XIII, fig. A). Nous

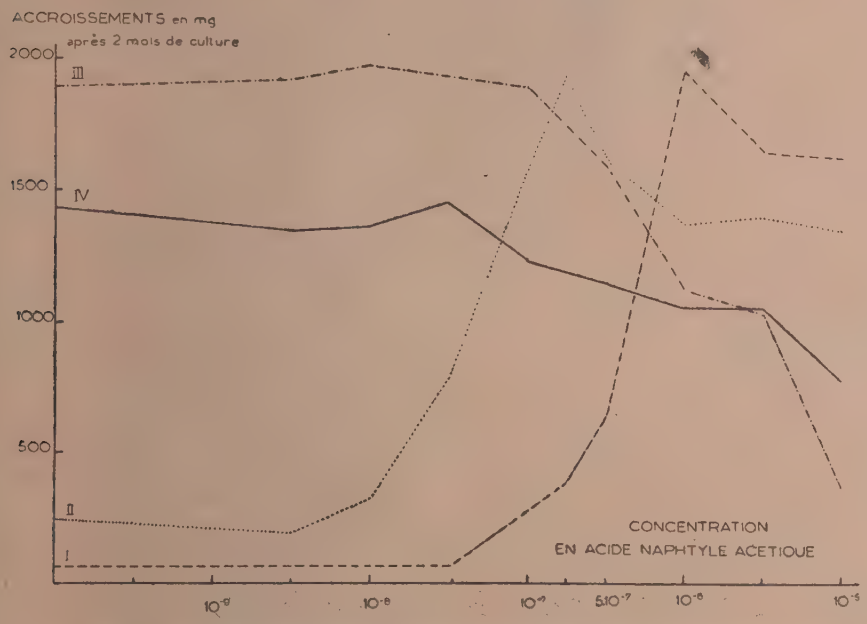


FIG. 16. — Action de l'acide naphtyle acétique sur le développement de diverses souches de tissus de Vigne.

La courbe I en tirets correspond à des tissus normaux n'ayant jamais subi l'action d'hétéroauxine. On remarque que l'acide naphtyle acétique exalte considérablement la prolifération de ce type de tissus. En l'absence d'hétéroauxine, la croissance est très faible et il serait d'ailleurs impossible de repiquer les cultures, car elles se nécroseraient en trois à quatre mois sans proliférer. La courbe II en points correspond à des tissus ayant été cultivés pendant quelque temps sur un milieu renfermant de l'hétéroauxine et ayant subi une première modification de leurs propriétés. Cultivés sans hétéroauxine, ces tissus prolifèrent lentement, mais d'une manière durable. En outre, ils présentent une sensibilité accrue à l'égard de l'acide naphtyle acétique. La courbe III en points et tirets correspond à des tissus qui, à la suite d'une culture prolongée en présence d'hétéroauxine, ont subi le phénomène d'accoutumance. On voit qu'ils sont capables de s'accroître très activement sans hétéroauxine et qu'ils sont, en outre, insensibles à l'action excito-formatrice de cette substance. Enfin la courbe IV en trait continu correspond à des tissus de crown-gall n'ayant jamais subi l'action de l'hétéroauxine. Ils sont aussi insensibles à l'action de ce produit et capables de proliférer activement en son absence.

allons voir maintenant que leur structure anatomique ne permet pas non plus de les distinguer.

2. Structure anatomique. — Lorsque nous avons considéré la structure des cals

produits par des fragments de tige de Vigne, nous avons constaté la présence de zones génératrices à disposition inversée, c'est-à-dire produisant du bois vers l'extérieur et du liber vers l'intérieur, on aurait pu croire que cette structure anormale était induite par la présence des tissus préexistants et qu'elle cessait de se produire dans les colonies repiquées; en réalité, il n'en a rien été et nous avons retrouvé des structures analogues dans les tissus repiqués. Si on isole par exemple un fragment entièrement parenchymateux et si on l'examine après deux mois de culture, on constate qu'au cours de son développement la surface sectionnée a très peu proliféré, et qu'en regard de cette surface de section le fragment a produit, comme l'explantat primitif, une zone génératrice inversée capable de fournir du bois vers l'extérieur et du liber vers l'intérieur (pl. XII).

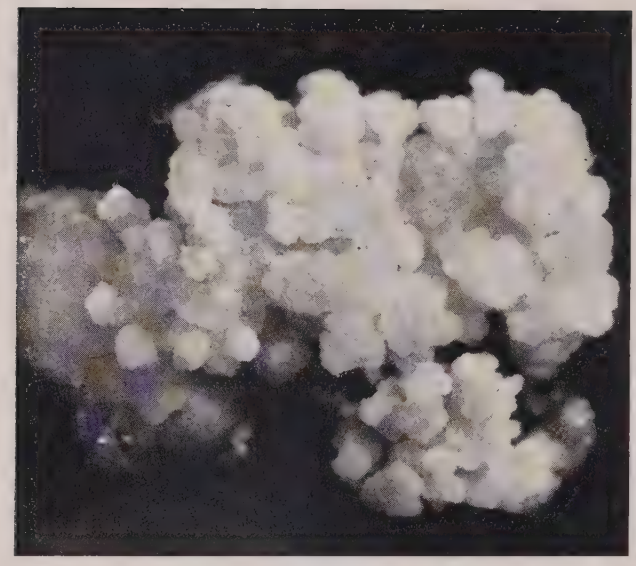
c. *Tissus accoutumés.* - 1. Caractères morphologiques et physiologiques. — Au cours de passages sur des concentrations assez élevées en hétéroauxine, comprises entre 5.10^{-7} et 10^{-6}, il apparaît parfois un nouveau type de tissus, que son aspect extérieur permet de déceler immédiatement; cette apparition se présente comme il suit : sur une colonie normale opaque, légèrement chlorophyllienne ou teintée en rose par de l'anthocyane on voit se former, en un point très limité, un cal qui présente l'aspect d'une masse translucide et incolore. Cette transformation apparaît d'une manière sporadique et dans des conditions que nous n'avons pas pu préciser, comme s'il s'agissait d'une mutation; en séparant ce cal spécial et en le repiquant, on peut isoler une nouvelle souche de tissus qui conserve cet aspect anormal (pl. XIII, fig. B) et qui prolifère très intensément. Nous avons étudié l'action de l'acide naphtyle acétique sur ces tissus modifiés en les repiquant, comme les précédents, sur des milieux à concentration variant de 10^{-9} à 10^{-5} ainsi que sur des témoins sans hétéroauxine. Nous avons alors remarqué qu'ils avaient perdu toute sensibilité vis-à-vis des actions excitoformatrices de ce produit qui, en outre, devenait toxique dès la dose de 0,1 mg. par litre (10^{-7}). En l'absence d'hétéroauxine, l'accroissement moyen d'une culture de ce type est, en deux mois, d'environ 2 grammes, soit dix fois plus que celles des souches précédentes. Par contre, en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration optimum pour les tissus normaux ou sensibilisés, la croissance de ces trois catégories de tissus est comparable. Ce phénomène nouveau semble identique à celui que Gautheret a observé avec la Carotte et le Scorsonère et qu'il a décrit sous le nom d'accoutumance à l'hétéroauxine. Les tissus de ces plantes soumises à l'action de fortes doses d'hétéroauxine se modifient eux aussi d'une manière profonde et deviennent capables de proliférer en l'absence de substances de division avec la même intensité que des tissus normaux cultivés en présence d'acide indole acétique.

2. Structure anatomique. — Les tissus de Vigne ayant subi le phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine présentent une structure très particulière. Ils sont formés d'un parenchyme entièrement homogène composé de grandes cellules toutes identiques et ne renferment jamais de formations cribrovasculaires (pl. XIV, fig. A). Ils sont donc formés d'un parenchyme à l'état pur.

En repiquant constamment pendant plusieurs années ces tissus accoutumés en présence de faibles doses d'acide naphtyle acétique, de l'ordre de 5.10^{-8}, nous avons constaté un phénomène assez curieux. Leurs cellules manifestaient une tendance de plus en plus grande à se séparer les unes des autres. Elles conservaient les mêmes dimensions que celles du tissu normal, mais au lieu d'être polyédriques (fig. 17), elles

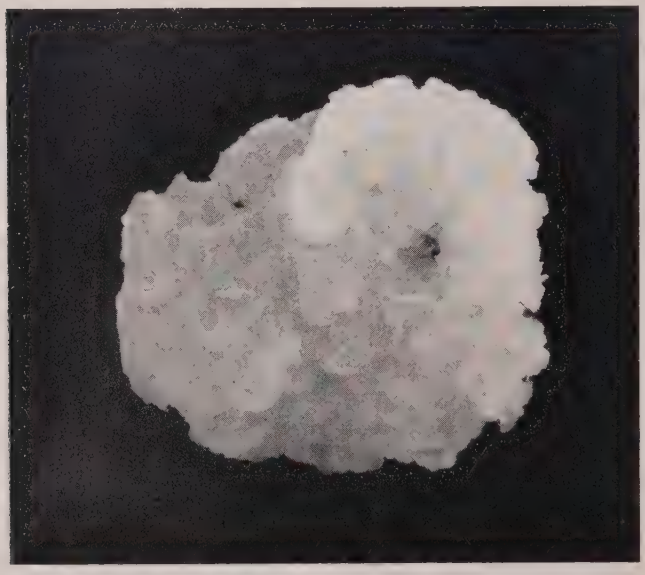
Coupe d'une culture de tissu normal de Vigne.

Remarquer qu'il est apparu, à la partie supérieure, une longue zone génératrice libéroligneuse produisant des vaisseaux vers l'extérieur du cal et du liber vers l'intérieur.



J. Vincent, phot.

Fig. A. — Culture de tissus de Vigne agée de deux mois provenant d'une souche âgée de dix-huit mois (neuvième repiquage). La colonie est blanche et opaque, composée de nombreux mamelons serrés les uns contre les autres.



J. Vincent, phot.

Fig. B. — Culture de tissus de Vigne âgée de deux mois ayant subi le phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine.

La colonie présente l'aspect d'une masse translucide peu mamelonnée.

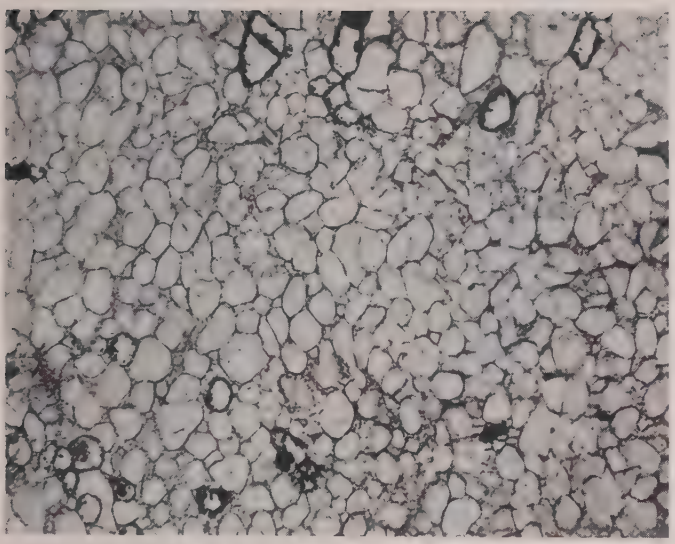
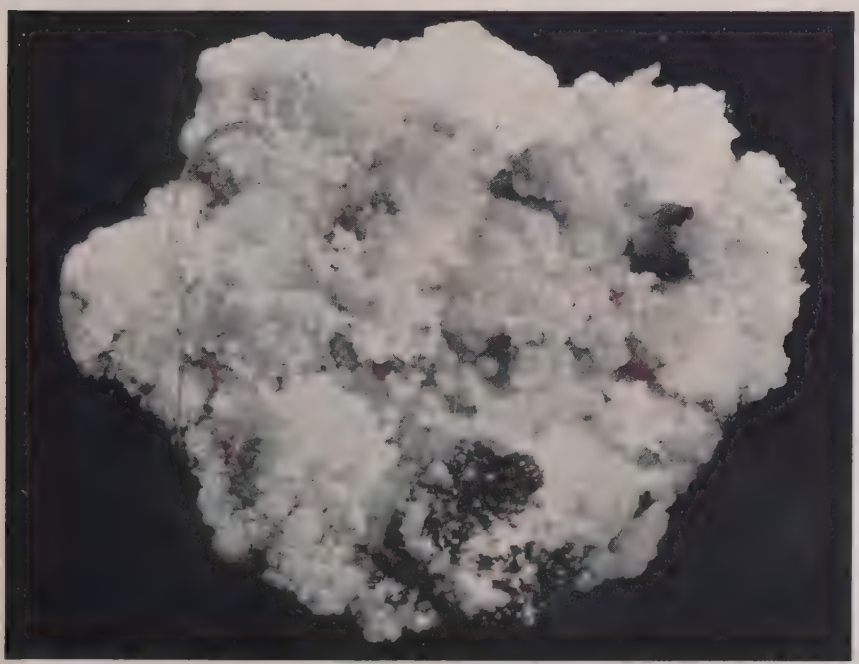


Fig. A. — Coupe d'une culture de Vigne ayant subi le phénomène d'accoutumance. Remarquer qu'elle est composée d'un parenchyme homogène, sans éléments cribrovasculaires. Certaines cellules ont élaboré des tanins qui se sont colorés en noir par le bleu de méthylène.



J. Vincent, phot.

Fig. B. — Colonie géante de tissus de *Parthenocissus tricuspidata* âgée de six mois.

Elle forme une énorme masse arrondie irrégulièrement mamelonnée.

perdaient leur contour anguleux et s'arrondissaient. Le tissu n'avait plus aucune cohésion et il suffisait de l'agiter avec un peu d'eau pour que ses cellules se séparent entièrement les unes des autres. Les tissus prenaient ainsi la consistance d'une purée, mais demeuraient cependant bien vivants. Nous avons en effet constaté qu'il était possible de les repiquer en prélevant un fragment à l'aide d'un scalpel avec beaucoup de précautions pour ne pas dissocier les cellules en le transportant sur un milieu neuf. Le fragment ne tardait pas à proliférer activement. Nous avons ainsi pu isoler une souche qui conserve ce caractère.

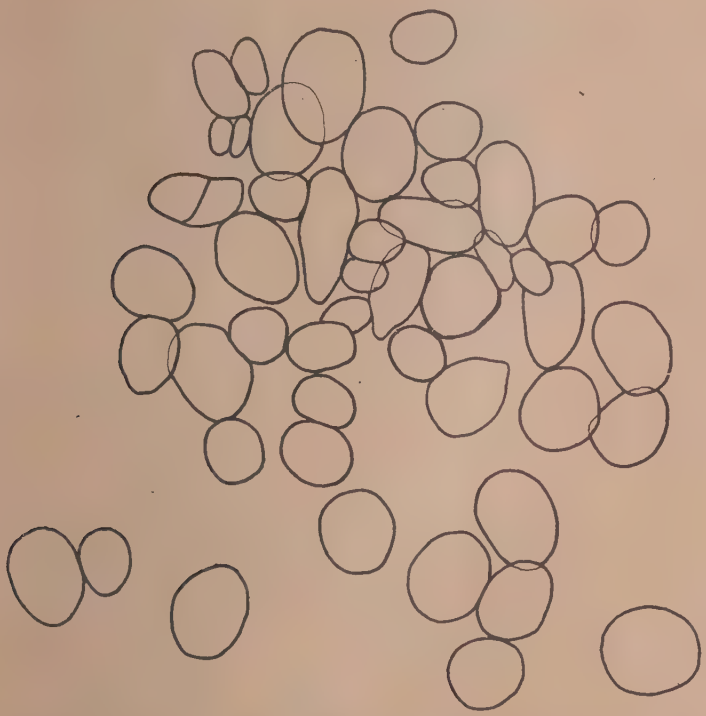


Fig. 17. — Cellules de culture de tissus de Vigne ayant manifesté le phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine et cultivées en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de $5{,}10^{-8}$. Ces cellules au lieu d'être polyédriques ont une forme arrondie et se détachent spontanément les unes des autres.

Peut-être y a-t-il là une voie nouvelle pour résoudre le problème de la culture de cellules isolées de plantes supérieures, qui n'a pas encore reçu de solution.

2. *Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch. — Nous avons obtenu en culture deux types de tissus de Vigne-vierge, que nous étudierons successivement. Ce sont des tissus sensibilisés et des tissus accoutumés à l'hétéroauxine.

a. *Tissus sensibilisés.* — Nous avons vu au chapitre précédent qu'il était impossible d'obtenir le développement de fragments de tige de Vigne-vierge en l'absence d'hétéroauxine, mais qu'il suffisait d'incorporer ce produit aux milieux de culture pour

observer la formation de cals volumineux. Le repiquage de ces néoformations ne présente aucune difficulté. Il suffit de découper dans les cals de petits prismes d'environ 4 à 5 millimètres de côté et de les placer à la surface d'un milieu renfermant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations comprises entre 10^{-8} et 10^{-7}, pour les voir se développer rapidement. Le fragment augmente de volume, forme des masses arrondies lobées et légèrement chlorophylliennes, lorsqu'on les expose à la lumière (pl. XIV, fig. B). Ces tissus sont souvent hérissés d'une multitude de curieuses formations composées de

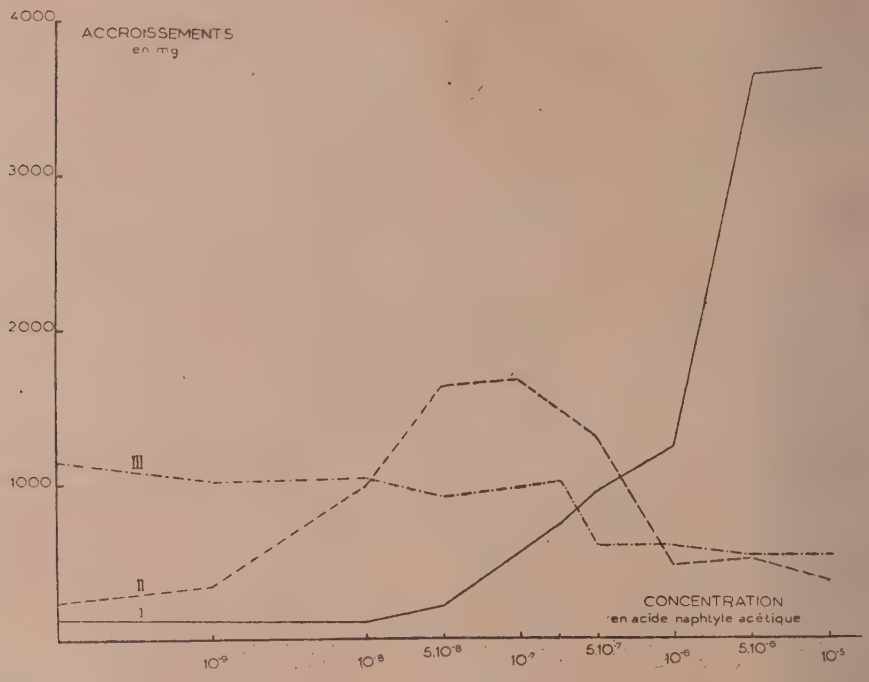


Fig. 18. — Action de l'acide α naphtyle acétique sur la croissance des tissus de *Parthenocissus tricuspidata*.

La courbe I, en trait plein, correspond au développement de fragments de tige n'ayant jamais subi l'action de l'hétéroauxine, on remarque que l'acide naphtyle acétique exalte considérablement la prolifération de ces tissus qui ne se développent pas en son absence.

La courbe II, en tirets, correspond à des tissus ayant été cultivés pendant quelque temps sur un milieu renfermant de l'hétéroauxine à des concentrations variant de 10^{-7} à 5.10^{-7} et ayant subi une première modification de leurs propriétés. Ces tissus sont comme les précédents incapables de se développer sans hétéroauxine, mais ils présentent une sensibilité accrue à l'égard de l'acide naphtyle acétique.

La courbe III, en points et tirets, correspond à des tissus qui sont la suite d'une culture prolongée en présence d'hétéroauxine, ont subi le phénomène d'accoutumance. Ils sont capables de s'accroître très activement sans hétéroauxine, et sont en outre insensibles à l'action excito-formatrice de cette substance.

longues files cellulaires réunies en faisceaux irréguliers et isolés les uns des autres (pl. XV, fig. A). Nous avons ainsi isolé une souche actuellement âgée de quatre ans ayant subi 25 repiquages.

1. Caractères physiologiques. — Étant donné que, pour obtenir des cultures à partir de fragments suffisamment volumineux pour être repiqués, il faut faire agir des doses d'hétéroauxine relativement élevées (10^{-7} à 5.10^{-7}), on pouvait se demander si les tissus

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Détail de la surface d'une culture de *Parthenocissus tricuspidata*. Elle est toute couverte d'une multitude de formations composées de longues files de cellules réunies en faisceaux irréguliers.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Culture de *Parthenocissus tricuspidata* ayant manifesté le phénomène d'accoutumance à l'hétéro-auxine. Elle est formée de nodules qui évoluent indépendamment et tendent à se réparer les uns des autres.

ainsi obtenus étaient bien des tissus normaux ou s'ils s'étaient déjà modifiés sous l'action de ce produit. Dans le but de vérifier cette hypothèse, nous avons comparé la sensibilité de ces tissus avec celle de tissus n'ayant jamais subi l'action de l'hétéroauxine.

Pour cela, nous avons mis en culture des fragments de tige sur un milieu renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-6} et, deux mois plus tard, nous avons repiqué les cals ainsi obtenus sur une série de milieux qui renfermaient cette substance à des doses allant de 10^{-9} à 10^{-5} ainsi que sur d'autres n'en contenant pas. Nous avons ainsi constaté qu'en l'absence d'hétéroauxine, l'accroissement était très faible ; en deux mois, l'augmentation de poids d'un fragment initial de 150 milligrammes n'était en effet que de 280 milligrammes. Cette croissance paraissait provoquée par l'hétéroauxine résiduelle du fragment ensemencé, car, au second passage sur des milieux sans acide naphtyle acétique, l'augmentation n'était plus que de 85 milligrammes en deux mois. Vers 5.10^{-9}, l'action excitoformatrice de la substance active commençait à se manifester. Elle atteignait un maximum vers 10^{-7} et devenait ensuite toxique (fig. 18).

Nous avons ensemencé parallèlement de jeunes fragments de tige pesant en moyenne 150 milligrammes sur une série de milieux contenant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations croissantes de 10^{-9} à 10^{-5}, et sur d'autres n'en renfermant pas. Cette expérience nous a tout d'obord permis de vérifier que, sans hétéroauxine, l'augmentation de poids des explantats est négligeable. Elle nous a montré, en outre, que, comme ceux de la Vigne, les tissus de Vigne-vierge qui ont subi une première fois l'action de fortes doses d'hétéroauxine présentent ensuite une sensibilité accrue à l'égard de cette substance. En effet, l'acide naphtyle acétique ne manifeste son action sur les tissus normaux de la tige qu'à une concentration supérieure à 5.10^{-8}, dose dix fois plus forte que celle à laquelle commencent à réagir les tissus repiqués. Enfin, nous avons observé que la concentration optimale pour des fragments de tige était de 5.10^{-6}, dose cinquante fois plus forte que celle qui provoque le meilleur développement des tissus repiqués et très toxique pour ces derniers. Les tissus normaux de Vigne-vierge sont beaucoup moins sensibles à l'acide naphtyle acétique que les tissus cultivés en présence de ce produit, puisque son action n'est appréciable qu'à partir de 5.10^{-8}, soit, pour des doses dix fois plus fortes que celles qui activent déjà le développement de des derniers. Enfin, nous avons observé les plus forts développements à des concentrations très élevées 5.10^{-6}, qui causent de graves troubles aux tissus précédents.

Il semble donc que les tissus de Vigne-vierge qui ont subi l'action de doses moyennes d'acide naphtyle acétique soient sensibilisés à l'égard de cette substance, comme c'est le cas pour les tissus de Vigne dont nous avons parlé précédemment. Toutefois, à la suite de cette transformation, ils n'acquièrent pas, comme ces derniers, le pouvoir de proliférer de façon durable sans hétéroauxine, car, lorsqu'on les repique à nouveau sur des milieux privés de cette substance, ils cessent de se développer. Remarquons, enfin, que l'accroissement des cultures de fragments de tige en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration optimum est beaucoup plus important que celui des tissus de la souche repiquée, puisque ces fragments augmentent de près de 4 grammes en deux mois alors que les cultures normales s'accroissent à peine de 2 grammes durant la même période. Peut-être cette différence est-elle due au fait qu'étant moins sensibles aux effets toxiques de l'hétéroauxine, elles peuvent utiliser des quantités plus fortes de ce produit.

2. Structure anatomique. — Nous avons montré dans le chapitre précédent que les cals produits par des fragments de tige de *Parthenocissus* sont formés d'un parenchyme

indifférencié. Les tissus repiqués au contraire se différencient, mais très légèrement. Ils sont tout d'abord formés d'un parenchyme homogène, puis à la périphérie des vieilles cultures dans les régions qui ne prolifèrent que faiblement, il apparaît des fragments de zone génératrice qui ont la même orientation inverse que dans les tissus de Vigne, c'est-à-dire qu'ils produisent des vaisseaux vers la périphérie et du liber vers l'intérieur de la colonie (fig. 19). Parfois, ces zones génératrices se cyclisent et forment de petits nodules cribrovasculaires typiques. Beaucoup de ces cellules élaborent des tannins et certaines forment des raphides d'oxalate de calcium analogues à celles que l'on rencontre dans le parenchyme libérien de la tige.

b. *Tissus accoutumés.* — 1. Caractères physiologiques. — Dans le but de vérifier que les tissus de Vigne-vierge sont incapables de proliférer *in vitro* en l'absence d'hétéro-

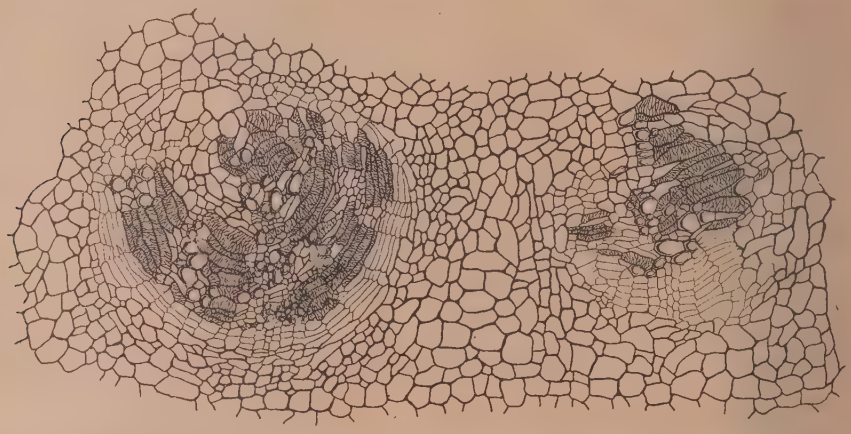


Fig. 19. — Coupe d'une culture de tissus de *Parthenocissus tricuspidata* ayant subi le phénomène de sensibilisation à l'hétéroauxine. Elle est composée d'un parenchyme où l'on rencontre des zones génératrices libéroligneuses fragmentaires ayant tendance à se cycliser pour former des nodules cribrovasculaires.

auxine, nous les avons repiqués, à plusieurs reprises, sur des milieux dépourvus de substances de ce type. Au premier passage, l'augmentation est d'environ 200 milligrammes en deux mois, au second elle s'est abaissée à 80 milligrammes et en replaçant à nouveau, au bout de deux mois, ces tissus sur un milieu neuf, nous avons constaté qu'ils demeuraient vivants sans s'accroître. Toutefois, l'une des cultures s'est mise à proliférer pour former un cal possédant un aspect très différent des tissus normaux. Alors que ceux-ci forment des masses régulières peu lobées et légèrement chlorophylliennes lorsqu'on les expose à la lumière, ce dernier était uniquement coloré en rose et semblait composé d'une série de nodules agglomérés et se séparant les uns des autres par simple pression (pl. XV, fig. B). Nous avons repiqué ce cal sur des milieux ne renfermant pas d'hétéroauxine; nous avons pu ainsi isoler une souche qui prolifère très intensément et conserve ces caractères morphologiques spéciaux.

Nous avons étudié l'action de l'acide naphtyle acétique sur les tissus qui avaient subi cette modification en les repiquant sur des milieux renfermant différentes doses d'hétéroauxine, ainsi que sur des témoins qui n'en contiennent pas (fig. 18), nous avons constaté qu'ils avaient perdu toute sensibilité vis-à-vis des propriétés excitoformatrices de ce

produit. Ils étaient devenus capables de se développer en l'absence d'hétéroauxine aussi activement que sur des milieux qui en contenaient des doses favorisant la croissance des tissus normaux. Ils avaient donc subi le phénomène d'accoutumance.

2. Structure anatomique. — Les tissus de la souche accoutumée à l'hétéroauxine sont reconnaissables non seulement à leur aspect extérieur, mais également à leur structure anatomique spéciale. Ils sont formés d'un parenchyme à grandes cellules au sein duquel apparaissent un grand nombre d'îlots de petits éléments en voie de prolifération intense (fig. 20). Ces îlots semblent provenir du recloisonnement des grandes cellules du parenchyme qui se multiplient activement pour former des nodules parenchymateux, ayant peu de cohésion entre eux, ce qui explique la fragilité de ces tissus. Ils renfer-

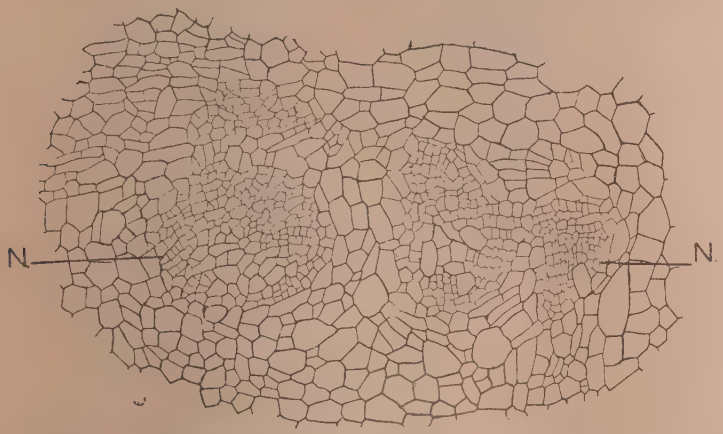


Fig. 20. — Coupe d'une culture de tissus de *Parthenocissus tricuspidata* ayant manifesté le phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine. Elle renferme des régions méristématiques N qui prolifèrent intensément pour former des nodules de parenchyme sans cohésion entre eux (N).

ment en outre un certain nombre de formations cribrovasculaires cyclisées analogues à celles que l'on rencontre dans les tissus normaux.

En résumé, les tissus de Vigne-vierge qui sont normalement incapables de proliférer *in vitro* sans hétéroauxine, se développent vigoureusement au contraire, en présence de ce produit, et comme ceux de la Vigne, peuvent subir successivement deux transformations profondes de leur pouvoir de croissance. Leurs cellules commencent par manifester une exaltation de leur sensibilité vis-à-vis des hétéroauxines, puis dans certains cas, elles deviennent capables de se multiplier très intensément en l'absence de ce produit, mais perdent leur sensibilité vis-à-vis de son action excitoformatrice ; elles subissent donc un phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine.

3. *Parthenocissus quinquefolia* (L) Planch. — Nous serons beaucoup plus bref dans la description des cultures de tissus de *Parthenocissus quinquefolia*, car leurs caractères sont analogues à ceux des colonies de *Parthenocissus tricuspidata*, et, de ce fait, ne nous ont pas paru nécessiter de recherches étendues. En repiquant les cals qui se forment en présence d'acide naphtyle acétique à des concentrations variant de 10^{-7} à 5.10^{-7} sur les fragments de tige de *P. quinquefolia*, ou les curieux nodules qui se

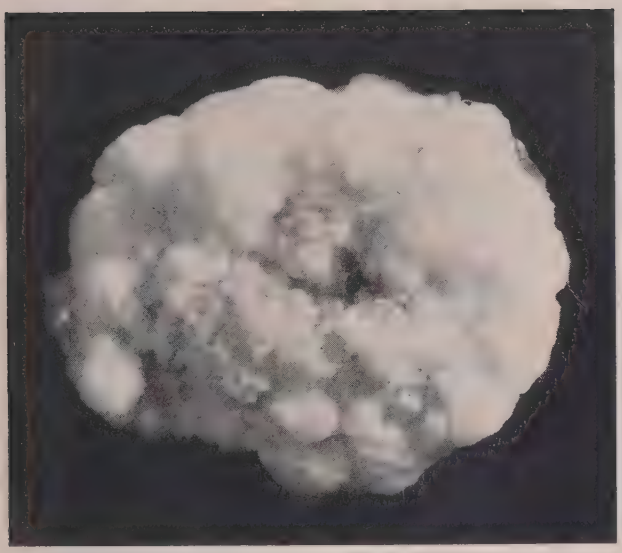
développent sur les racines, nous sommes parvenus aisément à isoler une souche de tissus qui se développent toutefois moins rapidement que ceux de *P. tricuspidata*. Ces cultures sont légèrement chlorophylliennes si on les expose à la lumière et, en outre, elles sont souvent colorées en rose par de l'anthocyane, alors que celles de *P. tricuspidata* n'élaborent habituellement pas de pigment anthocyanique. Ces colonies ne perdent jamais complètement la faculté de former des racines; toutefois, après plusieurs années de cultures, celles-ci deviennent rares et n'apparaissent guère que sur une faible proportion des cultures. Ces cultures, comme celles de *P. tricuspidata*, sont formées d'un parenchyme peu différencié, où l'on distingue çà et là quelques nodules cribrovasculaires. La souche que nous avons isolée est actuellement âgée de quatre ans (juin 1948) et a subi 25 repiquages.

4. *Cissus incisa* (Torr. et Gr) Desm. — La croissance des tissus de *Cissus incisa* est en tous points comparable à celle des cultures de *Parthenocissus quinquefolia*, si bien qu'il est parfois difficile de distinguer les colonies de ces deux espèces. Pour cette plante, nous avons fait des isolements à partir de fragments de tige et de racine charnue ; les repiquages des néoformations apparues sur ces deux types d'organes nous ont fourni des cultures absolument identiques. Nous en entretenons une souche âgée actuellement de quarante-deux mois, (juin 1948) elle a subi 20 repiquages.

5. *Cissus discolor* Went. — Les cultures de *Cissus discolor* se développent très lentement en comparaison des colonies tissulaires des autres Ampélidées et n'atteignent jamais de grandes dimensions. Leur poids moyen ne dépasse pas 500 milligrammes. Ces cultures sont toujours assez fortement colorées en rouge brun par des anthocyanes ou des tannins. Leur croissance très irrégulière au cours des huit premiers mois qui suivent l'isolement s'est alors brusquement améliorée. Nous avons constaté que ces tissus étaient devenus capables de proliférer sans hétéroauxine aussi rapidement que lorsqu'on leur fournissait cette substance. Ils avaient donc subi le phénomène d'accoutumance. Des coupes anatomiques nous ont permis de constater que ces colonies sont toujours beaucoup plus différenciées que tous les tissus que nous venons d'examiner. Le *Cissus discolor* est la seule plante de cette famille dont les tissus produisent *in vitro* une grande quantité de nodules cribrovasculaires; ceci contraste étrangement avec la structure des tiges des plantes entières qui sont, au contraire, très peu lignifiées et beaucoup moins différenciées que celles des autres espèces que nous avons étudiées. La souche que nous avons isolée âgée de trois ans a subi 18 repiquages.

6. *Rubus fruticosus* L. — *a*. Caractères physiologiques. — Les néoformations qui apparaissent sur des fragments de tige de *Rubus fruticosus* peuvent être repiquées avec la plus grande facilité. Ces tissus, comme ceux de *Parthenocissus*, sont indifférenciés et constitués en majeure partie par des cellules parenchymateuses capables de se multiplier. Leur croissance n'est pas, comme celle des tissus de Vigne, localisée en des régions privilégiées, mais toujours plus ou moins diffuse. Les fragments de cal primitif placés à la surface de milieux contenant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations variant de 10^{-7} à 3.10^{-7} s'accroissent rapidement pour former des masses parenchymateuses jaunâtres peu mamelonnées (pl. XVI, fig. A). Ces cultures secrètent une substance formant un précipité blanchâtre qui s'accumule dans la gélose à leur contact.

Nous n'avons pas étudié de façon précise l'action de l'hétéroauxine sur la croissance des tissus normaux de cette plante, mais seulement sur ceux de souches ayant déjà été



J. Vincent, phot.

Fig. A. — Culture de tissus de Ronce âgée de deux mois provenant d'une souche âgée de dix mois (5e repiquage).

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Culture de tissus de Poirier âgée de deux mois provenant d'une souche âgée d'un an. (6e repiquage.)

Remarquer qu'elle a produit des racines.

repiquées plusieurs fois en présence de concentrations assez élevées de l'ordre de 5.10^{-7} à 10^{-6}. Nous avons alors constaté que ces tissus peuvent proliférer indéfiniment sans hétéroauxine et qu'ils ne possèdent aucune sensibilité vis-à-vis des effets excito-formateurs de ce produit; par contre, l'acide naphtyle acétique exerce dès la concentration de 10^{-7} une action inhibitrice très nette sur la croissance et, à la dose de 10^{-5} il est très toxique pour ces tissus, dont la croissance se trouve alors arrêtée; ils se

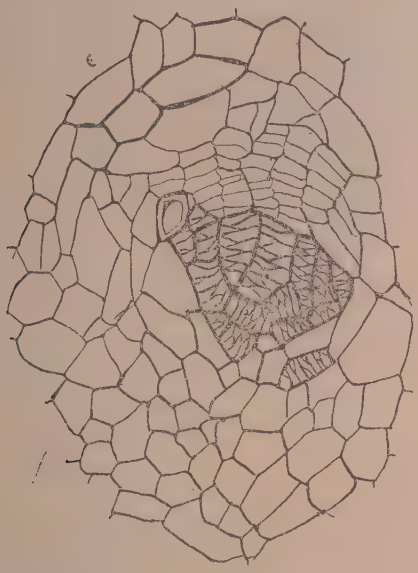


Fig. 21. — Nodule cribrovasculaire produit par une culture de tissus de *Rubus fruticosus*.

comportent donc comme des tissus accoutumés à l'hétéroauxine. La souche que nous avons isolée est âgée actuellement de quatre ans et a subi 24 repiquages.

b. Structure anatomique. — La structure anatomique de ces cultures, comme celle des cals primitifs, est très simple. Elles sont formées d'un parenchyme homogène, riche en cellules à tannin. Toutefois, il apparaît çà et là dans ce parenchyme un certain nombre de nodules cribrovasculaires formés d'un petit groupe de vaisseaux aberrants entourés d'une zone génératrice libéroligneuse cyclisée produisant des vaisseaux vers l'intérieur et des cellules libériennes vers l'extérieur (fig. 21). Ces formations demeurent rares et prennent peu d'extension.

Signalons enfin que les cals qui se forment sur les tiges de *Rubus reflexus* sont également très faciles à repiquer en présence d'hétéroauxine à la concentration de 5.10^{-7} et que l'aspect des cultures de cette espèce rappelle beaucoup celle des tissus de *Rubus fruticosus*. Nous n'avons pas étudié l'action de l'hétéroauxine sur cette espèce.

II. Tissus d'arbres.

Ainsi que nous l'avons signalé, les premières tentatives de culture de tissus de différents arbres réalisées par Gautheret avaient été assez peu encourageantes et l'on pouvait

se demander si les milieux mis au point pour la culture des organes charnus de plantes herbacées pourraient assurer la survie indéfinie des tissus de végétaux ayant une structure et un mode de végétation très différents, les arbres par exemple.

Nous y sommes parvenus avec trois espèces l'Aubépine, le Poirier et le Lilas.

1. *Crataegus monogyna* Jacq. — Il est assez difficile de repiquer les cals qui se forment sur des fragments de tige d'Aubépine cultivés *in vitro*. Les parties sectionnées par le scalpel brunissent rapidement à l'air et prolifèrent ensuite très difficilement. Il faut donc réduire les blessures au minimum au cours de cette opération.

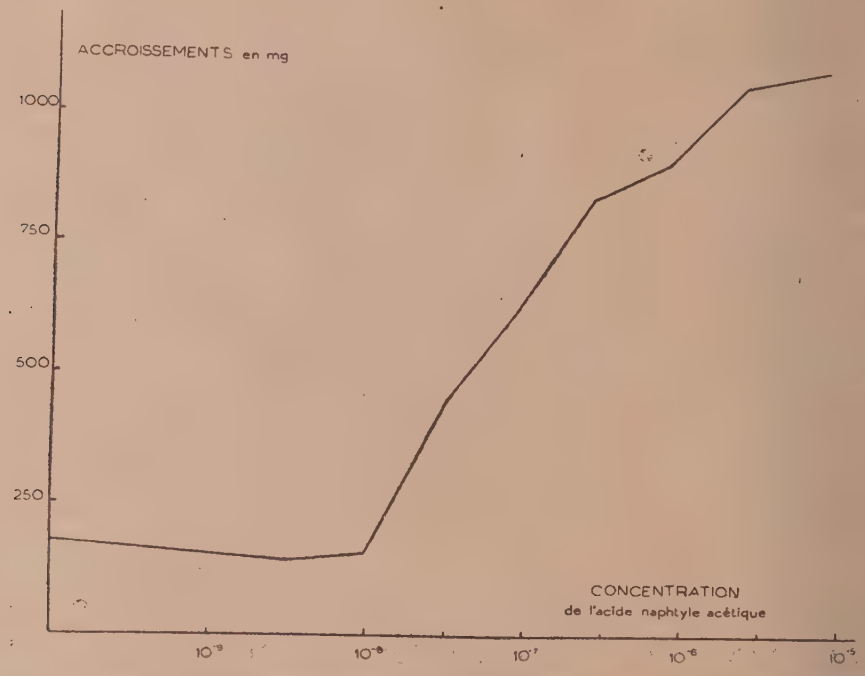


Fig. 22. — Action de l'acide naphtyle acétique sur la croissance des tissus de *Crataegus monogyna* cultivés *in vitro*.

Remarquer que les tissus ne s'accroissent à peu près pas en absence d'hétéroauxine; ce produit commence à manifester son action à partir de la concentration de 10^{-8}. La courbe s'élève ensuite régulièrement jusqu'à la concentration de 10^{-5} sans que l'on observe d'effet toxique.

La croissance des explantats n'est jamais diffuse mais limitée à certains points privilégiés où se forme un nouveau cal qui s'accroît peu à peu, pour donner une masse de parenchyme très irrégulièrement mamelonnée, qui s'étale peu à peu en croûte mince à la surface de la gélose.

a. Caractères phy iologiques. — Comme pour les tissus de Vigne et de Vigne-vierge, la concentration en hétéroauxine exerce une action considérable sur la croissance. Lorsqu'on repique les cals obtenus par la prolifération de tronçons de tige sur une série de milieux renfermant des doses d'acide naphtyle acétique allant de 10^{-9} à 10^{-5}, et sur des témoins n'en renfermant pas, on constate qu'en l'absence de substances de croissance (fig. 22),

le développement des explantats est pratiquement nul. Ceux-ci ne commencent à s'accroître d'une manière sensible que lorsque la concentration du milieu atteint 5.10^{-8}. Dans ces conditions, leur développement est très irrégulier. Certains augmentent de 700 milligrammes en deux mois tandis que d'autres ne s'accroissent que de 230 milligrammes pendant la même période. A partir d'une teneur comprise entre 3 et 5.10^{-7}, la croissance est beaucoup plus régulière. Toutes les cultures se développent de façon analogue ; enfin, pour des teneurs variant de 10^{-6} à 10^{-5}, le développement est considérable et l'accroissement moyen de chaque culture en deux mois dépasse 1 gramme. C'est donc entre 10^{-6} et 10^{-5} que l'on observe la prolifération la plus active des tissus d'Aubépine. Toutefois, étant donné que ces doses sont déjà nettement toxiques pour

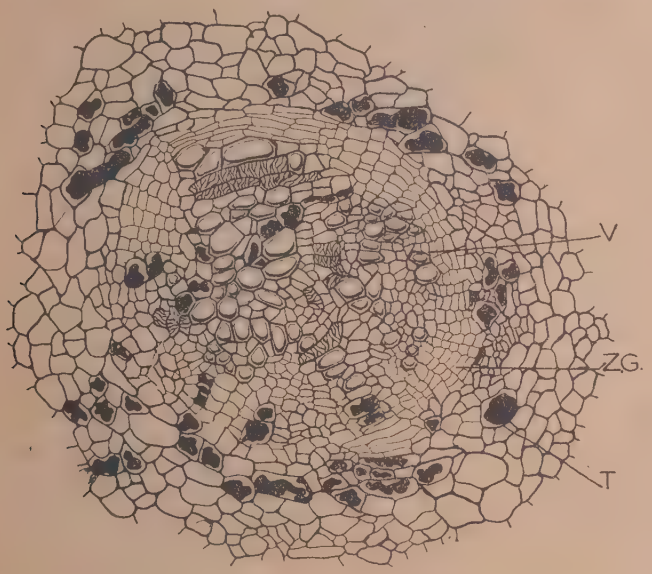


Fig. 23. — Nodule cribrovasculaire produit par une culture de tissus de *Crataegus monogyna*.

V. : Vaisseaux ; T. : Cellules à tannin ; ZG. : Zone génératrice.

Il est constitué par une zone génératrice circulaire produisant du parenchyme vasculaire vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur.

la plupart des espèces que nous avons cultivées et produisent une désorganisation des tissus, nous avons repiqué ceux d'Aubépine sur des milieux contenant une teneur en acide naphtyle acétique un peu plus faible, de l'ordre de 5.10^{-7}. Au cours des premiers passages, le développement a été assez irrégulier. Un certain nombre de cultures sont mortes et d'autres sont demeurées vivantes, mais n'ont pas proliféré. Nous avons cherché à améliorer la croissance en incorporant au milieu nutritif différentes substances vitaminiques comme de l'acide *d*-pantothénique, de la Biotine et de l'Inositol. Nous avons constaté, par l'aspect des cultures, que le développement était renforcé lorsque le milieu renfermait de l'acide *d*-pantothénique à la dose de 10^{-6}, de la Biotine à la dose de 10^{-8} et de l'Inositol à la dose de 10^{-4}. L'augmentation du poids moyen des cultures après deux mois était de 30 à 45 p. 100 supérieure lorsque les explantats étaient cultivés en présence de ces facteurs de croissance. Toutefois, aucun d'eux n'est

indispensable à la croissance des tissus d'Aubépine, car ceux-ci paraissent capables de proliférer de façon indéfinie en leur absence. La souche que nous avons isolée est actuellement âgée de 42 mois et a subi 22 repiquages.

Nous avons enfin comparé la sensibilité à l'hétéroauxine des tissus des cals formés par des fragments de tige et de ceux provenant d'une souche ayant été cultivée pendant deux ans sur des milieux renfermant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations variant de 5.10^{-7} à 10^{-6}. Cette comparaison ne nous a permis de mettre en évidence aucune différence de sensibilité. Ainsi, les tissus d'Aubépine dans les conditions où nous les avons étudiés, ne paraissent pas subir les phénomènes de sensibilisation et d'accoutumance que nous avons observés avec la plupart des tissus de lianes.

b. Structure anatomique. — Les cultures de tissus d'Aubépine possèdent une structure anatomique qui rappelle beaucoup celle des cultures de Ronce. Comme ces dernières, elles sont constituées par un parenchyme très peu différencié contenant quelques rares nodules cribrovasculaires se formant dans les parties les plus âgées ; mais, cette transformation est toujours très limitée. De plus, la partie vasculaire du nodule qui est très étendue, n'est pas entièrement lignifiée, mais est formée d'un parenchyme renfermant de nombreux vaisseaux. La plupart de ces cellules élaborent de grandes quantités de tannins qui précipitent par le fixateur, forment des amas bleu foncé après coloration des préparations par le bleu de méthylène (fig. 23).

2. *Pyrus communis* L. var. « Conférence ». — Les tissus de Poirier ont un mode de développement analogue à ceux d'Aubépine. Comme ces derniers, ils ne se développent bien qu'en présence d'hétéroauxine à des concentrations assez élevées de l'ordre de 10^{-5}. Ils paraissent toutefois plus sensibles que ceux d'Aubépine à l'action toxique de l'acide naphtyle acétique, car, dès que la concentration atteint 10^{-6}, les tissus perdent toute consistance. Ils deviennent mous et translucides et se désorganisent entièrement par suite de la transformation de leurs cellules en éléments géants. Ces cultures produisent assez souvent des racines qui s'enfoncent dans le milieu (pl. XVI, fig. B). Ce phénomène est assez surprenant car les nombreux essais de bouturage de cette plante ont constamment donné des résultats négatifs. Enfin, la structure anatomique de ces tissus les rapproche également de ceux des cultures d'Aubépine. Comme ces dernières, les tissus de Poirier en culture sont constitués par un parenchyme très peu différencié renfermant une grande quantité de tannins. Ces tannins s'accumulent dans le milieu de culture qu'ils colorent en brun foncé au contact de l'explantat. Contrairement à ce qu'a observé Jacquiot (33) avec des tissus de Chêne et de Châtaignier, cette accumulation de tannins ne paraît pas gêner le développement des tissus.

3. *Syringa vulgaris* L. var. « Madame Florent Stepman ». Les cals volumineux de parenchyme homogène que produisent les segments de tige de Lilas ensemencés sur des milieux renfermant de l'hétéroauxine, sont très faciles à repiquer. Lorsqu'on place un fragment de ces cals sur un milieu renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 3.10^{-7}, il continue à proliférer avec vigueur en s'arrondissant pour donner une masse légèrement mamelonnée qui, en deux mois, recouvre toute la surface de la gélose. La croissance est régulière et homogène dès le premier repiquage.

a. Caractères physiologiques. — Nous avons étudié l'action de l'héteroauxine sur ces tissus et pour cela, nous en avons repiqué des fragments sur des milieux ne contenant

pas de produit et sur d'autres renfermant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations variant de 10^{-9} à 10^{-5}. Nous avons pu constater à l'aide de pesées que, en l'absence d'hétéroauxine, ces tissus cessent de se développer. Cette substance ne commence à faire sentir son action qu'à la dose de 10^{-7} et c'est à $5\text{-}10^{-6}$ que son activité devient maximum. Ces expériences nous montrent que les tissus de Lilas sont peu sensibles aux effets excitoformateurs de l'acide naphtyle acétique, puisqu'ils ne commencent à réagir qu'à des concentrations déjà fortes. Ils sont également peu sensibles à l'action toxique de ce

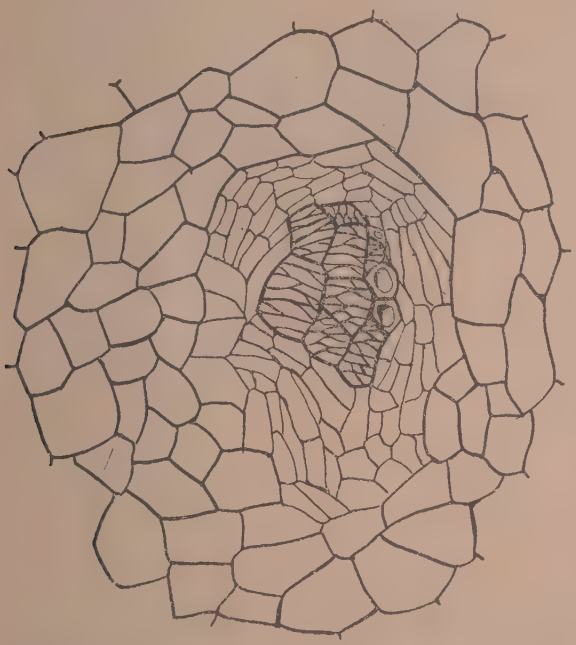


Fig. 24. — Vaisseaux aberrants produits par une culture de tissus de *Syringa vulgaris*.

produit qui n'inhibe la croissance qu'à la dose très élevée de 10^{-5}. La souche que nous avons isolée est actuellement âgée de 25 mois et a subi 12 repiquages (juin 1948).

b. Structure anatomique. — Les tissus de Lilas cultivés *in vitro* ont une structure très homogène. L'examen de préparations anatomiques montre qu'ils sont formés par un parenchyme presque entièrement indifférencié formé de cellules très régulières. Il se forme parfois quelques vaisseaux aberrants dans les parties internes de la colonie qui prolifèrent le moins activement (fig. 24). Mais ces formations apparaissent très tardivement après plusieurs mois de culture et sont toujours très limitées, si bien que ces cultures sont constituées presque uniquement de parenchyme à l'état pur.

En résumé, les trois tissus d'arbres que nous avons étudiés, Aubépine, Poirier, Lilas, se développent normalement *in vitro* sur des milieux de composition analogue à ceux qui assurent la croissance des tissus de plantes herbacées et paraissent capables de survie indéfinie.

III. Tissus de plantes herbacées.

L'isolement de souches de tissus à partir des cals qui se forment lorsqu'on cultive des fragments de tiges de plantes herbacées est dificile à réaliser. En effet ces cals ne sont pas formés de parenchyme homogène comme ceux que produisent les plantes ligneuses, mais renferment de nombreuses formations cribrovasculaires peu capables de proliférer *in vitro*. D'autre part, la croissance de ces tissus est limitée à certaines de leurs régions périphériques qu'il importe donc de ne pas léser.

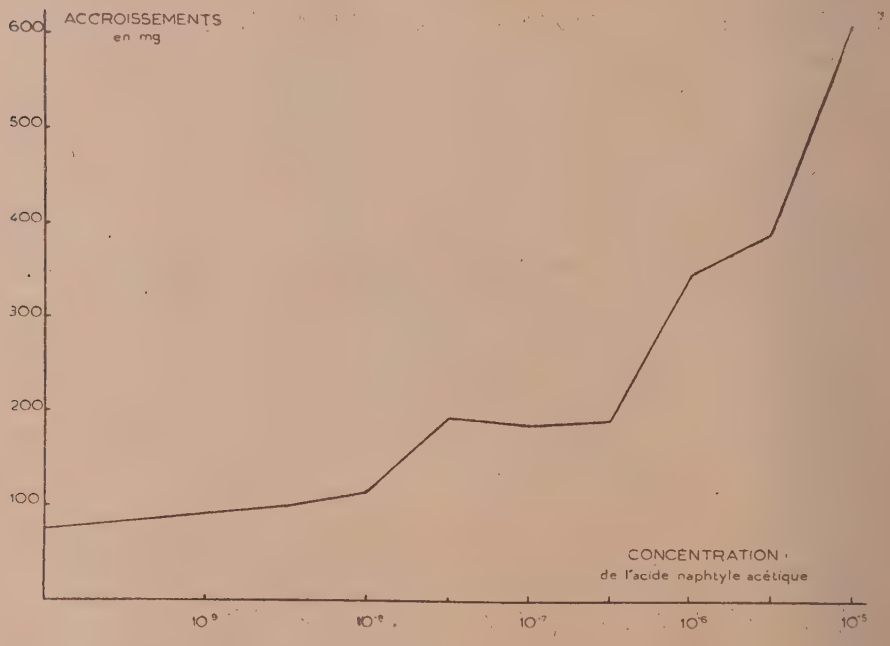


Fig. 25. — Action de l'acide naphtyle acétique sur la croissance des tissus d'*Antirrhinum majus* cultivés *in vitro*.

Ces tissus prolifèrent à peine sans hétéroauxine. Il faut faire agir des doses élevées d'acide naphtyle acétique (10^{-6}) pour observer un accroissement notable.

Enfin, les tissus de la plupart de ces espèces sont très sensibles à l'action des hétéroauxines et, de ce fait, on doit préciser très exactement la dose optimum au delà de laquelle ces substances deviennent toxiques.

1. *Antirrhinum majus* L. — Les cals primitifs qui se développent sur des fragments de tige de Muflier ne deviennent jamais très volumineux. Pour procéder à leur repiquage, il suffit de les séparer de la tige et de les transporter entiers à la surface d'un nouveau milieu. Leur croissance s'y poursuit très lentement, les tissus néoformés s'étalent en croûte mince à la surface de la gélose pour former un disque applati de parenchyme légèrement mamelonné. Ces tissus deviennent chlorophylliens lorsqu'on les expose à la

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Culture de tissus de *Malva sylvestris* formée d'un enchevêtrement de racines tuméfiées (souche rhizogène).

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Coupe d'une culture de *Malva sylvestris;*
cette culture est très bombée et creuse à l'intérieur (souche non rhizogène).

lumière. Toute leur surface est recouverte de pseudothalles et ils émettent fréquemment des racines. Cependant l'intensité de la rhizogénese des colonies diminue peu à peu au cours des repiquages successifs et après plusieurs années finit par disparaître complètement. Ces cultures prolifèrent très lentement. Leur accroissement moyen n'est que de 300 à 400 milligrammes en deux mois. Nous en avons isolé une souche qui prolifère depuis trois ans et a déjà subi 18 repiquages (juin 1948).

a. Caractères physiologiques. — Nous avons cherché à déterminer la concentration en hétéroauxine la plus favorable au développement de ces tissus et, pour cela, nous avons repiqué des fragments de poids connu sur des milieux contenant de l'acide naphtyle acétique à des concentrations variant de 10^{-9} à 10^{-5} et sur des milieux témoins n'en contenant pas. Nous en avons ainsi constaté (fig. 25) que, sans hétéroauxine, ils cessent de se développer, mais demeurent néanmoins vivants pendant plusieurs mois. L'action excitoformatrice de cette substance se manifeste à partir d'une dose de l'ordre de 5.10^{-8}; toutefois, à cette concentration, la croissance est encore très lente ; elle ne s'améliore vraiment que lorsque la concentration atteint 5.10^{-7} et ce produit semble atteindre son efficacité maximum vers 5.10^{-6}; contrairement à ce qui se produit avec beaucoup de plantes, des doses supérieures à 5.10^{-6} ne ralentissent pas sensiblement la croissance, mais elles provoquent néanmoins une action toxique qui se traduit par une dissociation des tissus et la formation de cellules géantes. Le Muflier est donc un exemple de plante peu sensible à l'hétéroauxine. Jamais nous n'avons observé dans nos cultures les phénomènes de sensibilisation ni d'accoutumance.

Nous entretenons notre souche sur des milieux renfermant de l'acide naphtyle acétique à des taux variant de 3.10^{-7} à 5.10^{-7}.

b. Structure anatomique. — L'observation anatomique montre que ces tissus sont très différenciés. Seules, certaines régions situées sur le pourtour demeurent à l'état méristématique et continuent à s'accroître ; le reste est composé d'un parenchyme renfermant de très nombreux nodules cribrovasculaires, certains de ces nodules prennent un développement considérable et forment des plages ligneuses dont la structure rappelle celle d'une tige normale (fig. 26).

2. *Malva sylvestris* L. — Ainsi que nous l'avons signalé dans le chapitre précédent, le tissus des plantes de la famille des Malvacées sont difficiles à cultiver *in vitro*, et nous avons effectué plusieurs tentatives infructueuses portant sur un certain nombre d'espèces avant de pouvoir isoler des souches capables de se développer indéfiniment. Les plantes qui nous ont fourni ces souches sont : *Malva sylvestris* L., *Althea thuringiaca* L. et *Althea officinalis* L.

Nous avons eu de grosses difficultés pour obtenir la survie indéfinie des tissus de Mauve ; ce n'est qu'après plusieurs tentatives infructueuses que nous sommes parvenus à isoler deux souches d'aspect très différent que nous décrirons successivement. L'une de ces souches est très rhizogène, l'autre au contraire ne produit jamais de racines.

a. *Souche rhizogène.* — Lorsqu'on repique les cals volumineux qui se forment sur des fragments de tige de Mauve, la plupart cessent de se développer et ne tardent pas à mourir quelle que soit la concentration du milieu en hétéroauxine. Un très petit nombre conservent leur activité et produisent de curieux nodules formés d'un amas de racines enchevêtrées les unes dans les autres et renflées à leur base (pl. XVII, fig. A). Nous avons repiqué ces nodules pendant un an sur des milieux contenant de l'acide naphtyle acé-

tique à la concentration de 3.10^{-7}. Ils ont proliféré régulièrement en continuant à produire des amas de racines analogues à ceux qui constituaient le nodule initial. Nous avons ensuite supprimé l'hétéroauxine du milieu et la souche a continué à proliférer de la même façon. En ne repiquant que les renflements qui se forment à la base de certaines de ces racines nous avons pu isoler une souche de tissus capable de proliférer d'une manière diffuse en produisant beaucoup moins d'organes, mais ces tissus étaient excessivement mous et fragiles et il nous a paru difficile de les utiliser pour les expériences de pathologie que nous désirions entreprendre; c'est pourquoi après deux ans de culture,

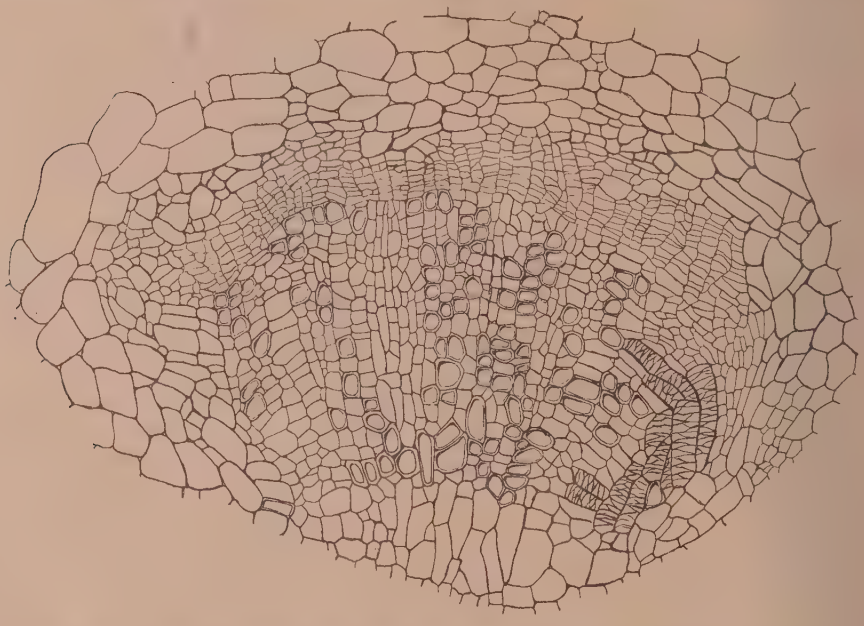


Fig. 26. — Nodule cribrovasculaire formé par une culture de tissus d'*Antirrhinum majus*.

Il est constitué par une zone génératrice semi-circulaire qui produit du côté de sa face interne du parenchyme vasculaire et de l'autre côté du parenchyme libérien.

nous avons abandonné cette souche pour tenter d'en isoler une nouvelle, formée de tissus plus compacts.

b. *Souche non rhizogène.* — 1. Caractères physiologiques. — Pour y parvenir, nous avons repiqué des fragments de cals primitifs sur des milieux renfermant des doses variées d'hétéroauxine et diverses vitamines; pyridoxine, biotine, méso-inositol et acide *d*-pantothénique. La croissance la plus active a été obtenue en combinant du méso-inositol à la concentration de 10^{-4}, de la biotine à la concentration de 10^{-8}, du pantothénate de calcium à la concentration de 10^{-6} et de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}. Nous ne sommes toutefois pas assurés que ces vitamines soient réellement indispensables à la prolifération indéfinie des tissus; nous pensons plutôt qu'elles ont simplement une action stimulante qui favorise les premiers repiquages. Sur ce milieu, certains fragments formaient des amas très volumineux de tissus fermes et compacts. Mais la plupart cessaient de se développer et se nécrosaient rapidement. Nous

avons observé au cours des premiers passages une mortalité considérable atteignant 60 à 75 p. 100 des cultures, puis après cinq ou six repiquages certaines cultures se sont considérablement modifiées ; elles sont devenues légèrement translucides, ont perdu complètement la faculté de produire des racines, et, au lieu d'être formées de tissus charnus, ont pris la forme d'une mince croûte bombée en forme de cloche et ne reposant sur la gélose que par ses bords (pl. XVII, fig. B). En repiquant les tissus qui s'étaient ainsi modifiés, nous avons constaté que leur croissance devenait très régulière et que la mortalité cessait presque entièrement.

Nous avons alors pu faire une étude quantitative de l'action de l'hétéroauxine en repiquant ces tissus sur des milieux de concentrations variées. Nous avons ainsi constaté qu'ils étaient devenus capables de se développer sans substance de croissance aussi activement que lorsqu'on leur fournissait de l'hétéroauxine. Ils avaient donc subi le phénomène d'accoutumance. Ainsi les tissus normaux de Mauve prolifèrent très difficilement en culture. Il paraît impossible de les maintenir en survie indéfinie. Les tissus accoutumés au contraire se développent intensément. Nous en avons isolé une souche qui prolifère actuellement depuis deux ans (juin 1948) et a subi 12 repiquages.

2. Structure anatomique. — Ces tissus accoutumés sont composés d'un grand nombre d'îlots méristématiques accolés les uns aux autres, disposés absolument au hasard, dans une masse parenchymateuse et proliférant de façon indépendante. Certaines cellules âgées se lignifient et s'entourent d'une zone génératrice circulaire produisant à l'extérieur des éléments libériens; il se forme ainsi de nombreux nodules cribrovasculaires répartis dans toute la culture. En outre, il se forme fréquemment dans ce parenchyme des ébauches de racines qui n'évoluent pas et ne parviennent pas à se développer au dehors. Cette disposition anarchique contraste avec la structure régulière des cals primitifs qui contiennent de longues zones génératrices, produisant d'épaisses assises de tissu ligneux bien organisé comme dans une tige normale.

3. *Althea*. — Les tissus des deux *Althea* : *Althea thuringiaca* L. et *Althea officinalis* L. que nous avons entrepris de cultiver se comporte *in vitro* de manière assez différente. Les fragments de tige de la première espèce produisent des cals volumineux réguliers peu chlorophylliens; ces cals repiqués en présence d'acide naphtyle acétique à des concentrations comprises entre 3 et 5.10^{-7} prolifèrent de façon irrégulière au cours des premiers passages, puis, peu à peu, la croissance s'améliore et au bout d'un an devient beaucoup plus homogène. Ces cultures comme celles de Mauve sont formées de nodules proliférant indépendamment et ayant une tendance marquée à se détacher les uns des autres et, après les premiers repiquages, elles ne produisent plus de racines. Nous avons ainsi isolé une souche qui prolifère depuis trois ans et a subi 18 repiquages. Les tissus produits par la Guimauve officinale sont, au contraire, excessivement compacts et peu mamelonnés, comme s'ils étaient recouverts d'un périderme régulier; ils prolifèrent très lentement. La concentration optimum du milieu en acide indole acétique paraît être de 5.10^{-7} et, même dans ce cas, l'accroissement de fragments de 100 milligrammes est excessivement faible et ne dépasse pas 200 à 300 milligrammes, en deux mois. Ces tissus gardent leur structure compacte et se différencient profondément. Il se forme à l'intérieur du parenchyme des nodules cribrovasculaires de grande dimension, très coriaces et difficiles à sectionner avec un scalpel. Ces tissus ne perdent jamais la faculté d'émettre des racines, mais ces racines se développent peu; elles se forment surtout à l'air libre, et ne s'enfoncent pas profondément dans la gélose,

comme c'est le cas pour les autres espèces. Nous avons isolé une souche de tissus de chacune de ces deux plantes qui prolifèrent depuis trois ans et ont subi 18 repiquages.

4. *Nicotiana Tabacum* L. var. « White Burley ». — La culture de tissus de plantes atteintes de maladies à virus présente un très grand intérêt; sa réalisation doit en effet permettre de conserver facilement au laboratoire des souches actives dont l'entretien sur des plantes entières est toujours délicat en raison des contaminations accidentelles. D'autre part les cultures de tissus qui sont très homogènes, facilement maniables et se développent en milieu entièrement synthétique, constituent un matériel de choix pour l'étude physiologique de ces maladies. Or les virus les mieux connus actuellement sont ceux qui attaquent certaines Solanées : Virus de la Mosaïque du Tabac, Virus X et Virus Y de la Pomme de terre, Virus du Bushy stunt de la Tomate. La plupart se transmettent facilement au Tabac. Nous avons donc essayé de réaliser la culture indéfinie des tissus de cette plante afin d'obtenir *in vitro* le développement des Virus susceptibles de les infecter.

Nous avons obtenu des cultures de deux types de tissus : tissu normal et tissu accoutumé que nous allons décrire successivement :

a. *Tissus normaux.* — 1. Caractères physiologiques. — Il est très difficile d'obtenir des cultures de tissus normaux de Tabac. Lorsqu'on repique des fragments de cals initiaux formés sur des fragments de tige sur des milieux dépourvus d'hétéroauxine ou contenant celle-ci à des doses inférieures à 10^{-7}, on constate que leur croissance s'arrête. Ils demeurent vivants pendant plusieurs mois en proliférant excessivement lentement, puis finissent par se nécroser. Si, au contraire, le milieu renferme de l'acide naphtyle acétique à des concentrations supérieures à 10^{-7}, les tissus continuent à se développer, mais on constate qu'au lieu de demeurer fermes et compacts et de couleur blanc-jaunâtre, ils se modifient lentement, deviennent mous et translucides, se décolorent ou prennent une teinte brunâtre. Cette transformation est toutefois lente, et si le milieu ne contient que de faibles doses d'hétéroauxine, c'est-à-dire de 0,1 à 0,3 mgr. par litre (10^{-7} à 3.10^{-7}), certaines parties du cal ne subissent pas cette modification et demeurent constituées de tissus fermes et compacts qui s'accroissent très lentement. En repiquant les minuscules fragments qui échappent à la transformation que nous venons de décrire, en présence d'acide naphtyle acétique à des concentrations voisines de 10^{-7}, on parvient à les maintenir vivants pendant plus d'un an. Leur croissance est toutefois très lente et la mortalité est après chaque repiquage très élevée. Si bien que la plupart des souches finissent par périr.

2. Structure anatomique. — L'examen microscopique de ces tissus montre qu'ils sont constitués par des régions formées d'un parenchyme compact à cellules régulières renfermant de nombreux nodules cribrovasculaires analogues à ceux que l'on rencontre dans le cas primitif. A la périphérie de ce parenchyme on rencontre des amas volumineux de cellules transformées en éléments géants qui correspondent aux parties brunes de la colonie.

b. *Tissus accoutumés.* — 1. Caractères physiologiques. — Après un an de culture en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-7} nous avons constaté à plusieurs reprises que la croissance des colonies s'améliorait brusquement.

Elles s'accroissaient beaucoup plus rapidement et cessaient de produire des cellules géantes. A partir de ce moment le développement devenait beaucoup plus rapide et plus régulier, et se poursuivait normalement, même lorsqu'on supprimait l'acide naphtyle

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Tumeur produite sur un cep de vigne par une contamination spontanée de *Phytomonas tumefaciens*.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Crown Gall apparu sur un sarment de Vigne deux mois après l'inoculation du *Phytomonas tumefaciens*.

acétique des milieux de culture. Ces tissus avaient donc subi le phénomène de l'accoutumance à l'hétéroauxine. Ainsi, c'est seulement lorsqu'ils ont subi cette transformation que la culture des tissus du Tabac, comme ceux de la Mauve, devient facile. Cette transformation est donc favorable à la culture des tissus. Elle apparaît de façon tout à fait accidentelle dans des conditions impossibles à préciser. De plus, elle semble être beaucoup plus rare chez le Tabac que chez les tissus de Malvacées, ce qui contribue encore à augmenter les difficultés de cultiver les tissus de cette plante. Les cultures accoutumées forment d'abondantes masses de parenchyme régulièrement mamelonnées et semblent avoir perdu la faculté de produire des racines. Nous en avons isolé une souche âgée actuellement de trois ans, qui a subi 18 repiquages.

2. Structure anatomique. — Ces colonies tissulaires de Tabac possèdent la structure caractéristique de la plupart des tissus accoutumés à l'hétéroauxine. Elles sont très hétérogènes et comme formées d'un certain nombre le nodules accolés et s'accroissant indépendamment les uns des autres. Ces nodules sont composés d'un parenchyme peu homogène qui renferme une grande quantité de formations cribrovasculaires disposées sans ordre apparent.

D. CULTURE DE TISSUS DE CROWN-GALL.

Les travaux fondamentaux d'Erwin Smith ont établi que les volumineuses tumeurs qui apparaissent fréquemment au collet de certains arbres et que l'on désigne pour cela sous le nom de «Crown Gall», sont causées par une bactérie spécifique : le *Phytomonas tumefaciens*. Il est facile de reproduire ces tumeurs chez un grand nombre de plantes, en leur inoculant cette bactérie. White et Braun (81) ont pu, par divers artifices, éliminer la bactérie des tumeurs d'*Helianthus annuus* et de *Vinca rosea* et cultiver ensuite sans difficulté leurs tissus sur des milieux ne contenant pas d'hétéroauxine, alors que les tissus normaux de ces plantes sont, dans ces conditions, incapables de se développer; les tissus tumoraux semblent donc capables de proliférer *in vitro* beaucoup plus facilement que les tissus normaux correspondants. Les tentatives de White et Braun nous ont incité à effectuer des cultures de tissus de «Crown Gall» de diverses plantes, soit dans le but de la comparer aux cultures de tissus normaux, soit pour réaliser la culture de tissus d'espèces dont la culture des tissus est difficile comme ceux des Malvacées ou de Tabac.

I. Culture de tissus de Crown Gall de *Vitis vinifera*. L. — *a*. Caractères morphologiques et physiologiques. — Dans les conditions naturelles la Vigne est très rarement attaquée par le *Phytomonas tumefaciens*. Des tumeurs causées par ce parasite ont cependant été signalées à plusieurs reprises par E. F. Smith et ses collaborateurs (70), par L. Niemeyer (57) et Lieske (40). Ces auteurs ont pu reproduire expérimentalement des Crown-Galls sur divers cépages en leur inoculant la bactérie extraite de ces tumeurs. Nous avons nous-mêmes observé une très volumineuse tumeur spontanée sur un cep âgé (pl. XVIII, fig. A) et nous avons pu en extraire une souche virulente de *Phytomonas tumefaciens*. Nous avons également tenté à plusieurs reprises d'obtenir expérimentalement des tumeurs sur la Vigne; après de nombreuses tentatives infructueuses, nous y sommes finalement parvenu en inoculant la souche de *Phytomonas tumefaciens* A 6 de Riker à de jeunes tiges de Vigne cultivées en serre. Ces tumeurs se sont développées très lentement et ne sont jamais devenues aussi volumineuses que

celles que l'on obtient en inoculant des plantes très sensibles comme le Soleil ou le *Pelargonium*. Après deux mois, les plus volumineuses atteignaient à peu près 0,5 cm. de diamètre; elles étaient de forme très irrégulière, profondément lobées et couvertes d'un liège épais, même lorsque les régions normales du sarment en étaient encore dépourvues (pl. XVIII, fig. B). Nous avons pu prélever aseptiquement de petits fragments des régions internes de ces tumeurs et nous les avons ensemencées sur des milieux dépourvus d'hétéroauxine. Ces fragments s'y sont développés rapidement et ont formé des masses volumineuses peu mamelonnées de tissus translucides recouvertes d'une mince couche de cellules brunes d'aspect subérifié (pl. XIX, fig. A). Nous avons pu très aisément en isoler une souche qui est actuellement âgée de deux ans et a subi 12 repiquages. Afin d'étudier les réactions de ce tissu tumoral vis-à-vis de l'acide naphtyle acétique, nous l'avons repiqué sur une gamme de milieux renfermant des doses d'hétéroauxine allant de 10^{-9} à 10^{-5}, ainsi que sur des témoins n'en contenant pas. Nous avons alors constaté que ces tissus tumoraux sont absolument insensibles à l'action excitoformatrice de l'hétéroauxine, et réagissent seulement à son action toxique qui se manifeste à partir de 10^{-7}. Ainsi par leurs caractères physiologiques ces tissus se montrent très différents des tissus normaux et sensibilisés de Vigne qui sont très sensibles aux effets excitoformateurs de l'hétéroauxine (fig. 16). Par contre ils se rapprochent beaucoup des tissus accoutumés qui eux aussi ont perdu toute sensibilité vis-à-vis de cette substance de croissance et prolifèrent très rapidement sur des milieux qui en sont dépourvus.

b. Structure anatomique. — Ces colonies tumorales sont constituées d'un parenchyme à grandes cellules qui prend naissance à la suite de la division active d'une zone méristématique qui est située à la périphérie du cal et l'entoure entièrement. Ce parenchyme est très homogène. Il ne renferme que quelques rares îlots de cellules qui se lignifient, les autres demeurent constamment indifférenciées (fig. 27).

II. Culture de tissus de Crown Gall d'*Abutilon Avicennae* Gaertn. — A la suite des résultats peu encourageants fournis par nos premières tentatives de cultures de tissus de Malvacées, nous avons songé à cultiver non plus le tissu normal, mais le tissu tumoral, espérant obtenir ainsi plus facilement des cultures de tissus de ces plantes. Nos essais ont porté sur la Rose trémière (*Althea rosea* Carr), la Guimauve (*Althea officinalis* L.), la Guimauve de Thuringe (*Althea thuringiaca* L.) et l'Abutilon d'Avicenne (*Abutilon avicennae* Gaertn.). Pour cela au printemps, nous avons semé en serre des graines de ces trois espèces Un mois et demi plus tard, lorsque les plantules avaient atteint la taille d'une dizaine de centimètres, nous leur avons inoculé le parasite en traversant la tige de part en part, à un centimètre environ du sommet, avec une aiguille chargée de bactéries. La culture (souche A.6 de Riker) était âgée de vingt-quatre heures au moment de l'inoculation et avait été repiquée au préalable pendant quinze jours toutes les quarante-huit heures.

a. Caractères morphologiques et physiologiques. — Nous n'avons obtenu de tumeurs volumineuses qu'avec une seule espèce : l'*Abutilon avicennae* Gaertn. Ces tumeurs se développèrent rapidement sur des plantules au point d'inoculation et au bout de deux mois, elles avaient atteint 1 centimètre à 1,5 cm. de diamètre. Nous les avons alors mises en culture après les avoir stérilisées suivant la technique habituelle. Nous avons utilisé pour cela trois types de milieu; l'un ne contenait pas d'hétéroauxine et les deux autres renfermaient de l'acide naphtyle acétique aux concentrations de 10^{-7} et 5.10^{-7}. La moitié

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Culture de tissus de Crown Gall de Vigne âgée de deux mois provenant d'une souche âgée de six mois (4e repiquage). Elle forme une masse peu mamelonnée de tissus translucides.

J Vincent, phot.

Fig. B. — Culture de tissus de Crown Gall de *Nicotiana tabacum* âgée d'un mois provenant d'une souche âgée de deux ans (12e repiquage).

environ des cultures furent contaminées par le *Phytomonas tumefaciens* et périrent; les autres, demeurées aseptiques, ne tardèrent pas à se développer. La surface du fragment se couvrit de petits tubercules brillants qui grossirent rapidement et formèrent en deux mois de volumineux mamelons. Toutes les cultures stériles se sont développées très régulièrement. Nous n'avons pas observé de mortalité, ni d'irrégularité de croissance comme nous en avions rencontré au cours des premiers repiquages des cals qui se forment normalement sur les tiges des autres Malvacées que nous avions étudiées.

Nous n'avons pas étudié de façon systématique l'action de l'acide naphtyle acétique sur ces tissus. Nous avons simplement constaté que la croissance des colonies cultivées en présence de ce produit paraissait identique à celles des cultures qui n'avaient jamais subi son action; aussi par la suite nous les avons repiquées sans incorporer d'hétéroauxine aux solutions nutritives. Certains explantats renfermaient encore des cellules de *Phytomonas*, car, au cours du second repiquage, nous avons constaté que certaines cultures

Fig. 27. — Vaisseaux aberrants se formant dans une culture de tissus de Crown Gall de *Vitis Vinifera*.

étaient contaminées par ces bactéries (environ 20 p. 100). Mais par la suite, nous n'avons jamais vu réapparaître de *Phytomonas* dans nos cultures. La facilité avec laquelle nous avons pu cultiver les tissus de tumeur d'Abutilon et la croissance homogène de ces cultures contraste avec les difficultés que nous avons rencontrées avec les tissus normaux des autres Malvacées et montrent que la transformation tumorale est avantageuse pour les cultures de tissus. La souche que nous avons isolée est actuellement âgée de trois ans (juin 1948) et a subi 18 repiquages.

b. Structure anatomique. — La structure anatomique des cultures de tissus de Crown Gall d'Abutilon est très différente de celle des cultures de tissus de Crown-Gall de Vigne, mais se rapproche beaucoup de celles que Gautheret (24) a signalé sur les cultures de tissus de tumeurs de Topinambour et de Soleil. Cet auteur a, en effet, constaté que, dans les colonies tumorales, les cellules ligneuses ne sont plus associées à des éléments libériens et qu'il est impossible d'y déceler des tubes criblés, soit par des examens directs, soit à l'aide du réactif iodo-ioduré qui rend ces éléments très visibles, en colorant en rouge les grains d'amidon spéciaux agités du mouvement brownien qu'ils renferment normalement. Les cultures de tumeurs d'Abutilon sont de ce type. Elles ne renferment pas de formations cribrovasculaires, mais elles sont constituées par un simple parenchyme au sein duquel se différencient de très nombreuses cellules ligneuses disposées absolument au hasard. Ces cultures sont toujours massives, fermes et compactes, et ne pré-

sentent pas l'aspect bombé des cultures de *Malva sylvestris*. Jamais elles ne forment de racines.

III. Cultures de tissus de Crown Gall de *Nicotiana Tabacum* L. var. « White Burley ».— Devant la difficulté d'obtenir des cultures de tissus normaux de Tabac nous avons songé à cultiver des tissus tumoraux espérant ainsi obtenir de meilleurs résultats. Des tissus de ce type ont en effet été cultivés pour la première fois par White (77) dès 1939. Cet auteur ne s'est d'ailleurs pas adressé à des Crown Gall, mais aux tissus d'un hybride de *Nicotiana Langsdorfii X Nicotiana glauca*, qui présente la curieuse propriété de former

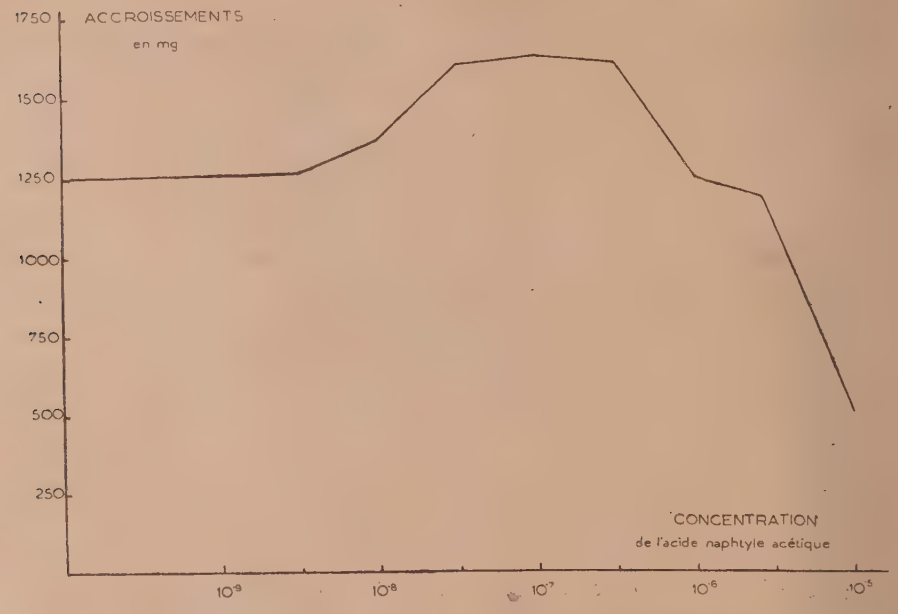


Fig. 28. — Action de l'hétéroauxine sur la croissance des tissus de Crown Gall de *Nicotiana Tabacum*.

Ces tissus prolifèrent intensément en l'absence d'hétéroauxine toutefois ils n'ont pas perdu toute sensibilité vis-à-vis des effets excito-formateurs de ce produit car celui-ci exerce une action stimulante très nette pour les concentrations comprises entre 5.10^{-8} et 5.10^{-7} des doses plus élevées étant rapidement, toxiques.

spontanément des tumeurs, chaque fois que l'on produit une lésion quelconque sur la tige. Ces tumeurs résultent d'une exagération des processus cicatriciels. Lorsqu'on les ensemence sur des milieux sans hétéroauxine, elles prolifèrent sans peine d'une façon exubérante. Toutefois, cette espèce ne convient pas pour le but que nous proposions pour la culture des Virus, car on n'a pas étudié les réactions de ses tissus vis-à-vis de ces agents pathogènes.

C'est pourquoi nous avons cherché à obtenir des tumeurs du *Nicotiana tabacum* dont les réactions aux différents virus sont bien connues.

a. Caractères morphologiques et physiologiques. — Pour obtenir ces cultures, nous avons opéré de la même façon que sur l'*Abutilon avicennae*, c'est-à-dire que nous avons

piqué avec une aiguille souillée de *Phytomonas tumefaciens*, la tige ou le pétiole de jeunes plantes de tabac cultivées en serre. Nous avons utilisé pour cela, outre la souche A.6 de Riker, la souche « Anthemis » provenant de l'Institut Pasteur. Les tumeurs se sont développées rapidement aux points d'inoculation et au bout de deux mois elles avaient atteint une dimension suffisante pour être mises en culture. Après les avoir stérilisées suivant la technique habituelle, nous avons ensemencé des fragments à la surface de milieux gélosés ne contenant pas d'hétéroauxine. Nous avons été surpris de constater que peu de cultures (un quart environ) étaient infectées par le *Phytomonas;* les autres se développaient avec une très grande rapidité et en un mois et demi formaient d'énormes cals qui venaient s'écraser contre les parois du tube. Nous avons repiqué ces colonies pendant deux ans sur des milieux dépourvus d'hétéroauxine et elles ont continué à proliférer avec la même vigueur (pl. XIX, fig. B). Les tissus de Crown-Gall de Tabac paraissent donc capables de proliférer indéfiniment *in vitro* en l'absence de toute substance de croissance. Nous avons cependant cherché à savoir s'ils avaient réellement perdu toute sensibilité vis-à-vis du pouvoir excitoformateur de l'hétéroauxine et pour cela nous les avons repiqués sur des milieux dont la concentration variait de 10^{-9} à 10^{-5} ainsi que sur des solutions témoins qui n'en contenaient pas. Des pesées de cultures faites deux mois plus tard nous ont montré que jusqu'à la concentration de 10^{-8}, ce produit était sans action. Par contre, pour des concentrations comprises entre 5.10^{-8} et 5.10^{-7}, il active notablement la croissance des tissus de tumeurs, car les accroissements moyens des cultures sont supérieurs d'environ 300 mg. à ceux des témoins (fig. 28). Des doses plus élevées deviennent rapidement toxiques.

Ainsi, bien que les tissus de tumeur de Tabac soient susceptibles de proliférer indéfiniment, sans facteur de croissance, ils n'ont pas perdu toute sensibilité vis-à-vis de l'action excitoformative de l'hétéroauxine. Ils ne sont donc pas entièrement comparables à certains tissus accoutumés comme ceux de Vigne ou de Vigne-vierge où cette action est impossible à déceler. Par leur aspect extérieur ces cultures sont tout à fait semblables aux cultures de tissus accoutumé de Tabac, au point qu'il est impossible de les distinguer les unes des autres. Comme ces derniers, elles forment d'abondantes masses de parenchyme, régulièrement mamelonnées. Certaines produisent parfois des ébauches de bourgeons qui n'évoluent pas en tiges feuillées et cessent très tôt de se développer, mais n'émettent jamais de racines. La souche que nous avons isolée est âgée de deux ans et a subi 12 repiquages.

b. Structure anatomique. — L'examen superficiel de coupes pratiquées dans des colonies tumorales et dans des tissus accoutumés ne permet de déceler aucune différence de structure. Toutes deux sont formées d'un parenchyme renfermant de nombreux îlots de cellules ligneuses. Toutefois un examen plus attentif permet de voir que dans les tissus accoutumés les cellules ligneuses sont entourées d'éléments libériens et forment des nodules cribrovasculaires, alors que dans les cultures tumorales les vaisseaux ne sont pas associés à des éléments criblés. Leur structure est donc en tous points comparable à celle des cultures de tumeurs d'Abutilon.

Ces expériences montrent que, tandis qu'on éprouve la plus grande difficulté à cultiver les tissus normaux de Tabac, les tissus de Crown-Gall de cette espèce prolifèrent *in vitro*, avec la plus grande facilité. Cette transformation tumorale paraît donc avantageuse pour la culture des tissus de cette plante.

CHAPITRE IV.

CULTURES ASSOCIÉES DE TISSUS VÉGÉTAUX ET DE PARASITES OBLIGATOIRES.

L'impossibilité de cultiver *in vitro* les parasites obligatoires rend difficile la tâche des pathologistes qui se consacrent à leur étude. Ils sont obligés en effet de se contenter de tirer parti des infections naturelles et, lorsqu'elles se sont manifestées, d'essayer de les propager sur des individus cultivés en serre. L'étude de ces parasites obligatoires n'est donc généralement possible que pendant la période de végétation de la plante-hôte et l'on ne peut se livrer à aucune recherche vraiment rigoureuse, car il est, en outre, difficile de maintenir des plantes entières dans des conditions constantes et bien déterminées de température, d'humidité et d'éclairement. Les plantes cultivées ne sont d'autre part jamais entièrement homogènes et leurs réactions vis-à-vis de la maladie varient suivant l'âge et les individus. Enfin, il est très délicat de cultiver une plante entière dans des conditions d'aseptie rigoureuse et, si ces conditions ne peuvent être obtenues, on n'est pas assuré d'être à l'abri de contaminations accidentelles. Cet inconvénient est particulièrement grave lorsqu'on étudie les virus, car le mélange de plusieurs souches provoque souvent chez la plante des symptômes très différents de ceux obtenus pour un seul agent pathogène. De plus, si les deux virus possèdent des propriétés voisines, il devient presque impossible de les séparer et de les isoler à nouveau. Afin d'éviter les difficultés rencontrées en expérimentant sur des plantes entières, on a essayé de cultiver les parasites obligatoires sur des feuilles détachées et conservées au laboratoire sur des solutions minérales additionnées de sucre (83). Ces organes ne peuvent ni proliférer, ni se multiplier et ne peuvent donc survivre que pendant quelques mois. Cette méthode rudimentaire a toutefois permis à un grand nombre d'expérimentateurs de cultiver au laboratoire des Péronosporacées, des Urédinées et même des virus. Grâce à elle, on a étudié la résistance variétale des plantes parasitées et l'immunité acquise. On a précisé l'effet des vitamines et de la nutrition hydrocarbonée sur l'infection; on a également analysé l'hétérothallisme éventuel des champignons parasites, leur reproduction et leur action sur la physiologie de l'hôte.

Mais les imperfections dont nous venons de parler ont limité cependant l'utilisation de cette méthode; c'est pourquoi nous avons cherché à perfectionner la culture de ces parasites obligatoires en les faisant croître non plus sur des plantes entières, ou des organes détachés, mais sur des cultures de tissus de l'hôte qu'ils parasitent normalement. Les premières cultures associées que nous ayions réalisées sont celles du Mildiou de la Vigne (48). Nous avons ensuite étudié de la même manière l'Oïdium de la Vigne, et nous avons tenté d'utiliser cette méthode pour cultiver diverses Urédinées : *Kuehneola albida* (Kuhn.) Magn. et *Phagmidium violaceum* (Schutz), parasites des Ronces, *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) Rees., qui attaque l'Aubépine, *Puccinia Malvacearum* Mont. qui se développe sur les Malvacées. Nous avons enfin réalisé la culture de divers virus, virus de la Mosaïque du Tabac, virus X et virus Y de la Pomme de terre.

A. Culture du Mildiou de la Vigne.

Nous examinerons successivement les caractères généraux du Mildiou de la Vigne, puis l'isolement aseptique du champignon, l'infection des cultures, leur repiquage, leur structure anatomique et le développement du parasite sur les tissus de diverses espèces et enfin nos tentatives de cultures sur des milieux inertes.

I. Caractères généraux du *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni. — Nous décrirons les caractères généraux du Mildiou en insistant sur ceux dont la connaissance est utile pour la mise au point de la culture *in vitro*. Le *Plasmopara viticola* est un champignon oomycète de la famille des Péronosporacées. Il possède un mycélium non cloisonné, très ramifié, qui se développe entre les cellules des parenchymes. Il perfore les cloisons cellulaires à l'aide de diverticules spéciaux ou suçoirs qui pénètrent à l'intérieur des cellules où ils puisent des matières nutritives. Lorsque le mycélium a accumulé suffisamment de produits de réserve et que les conditions atmosphériques sont favorables, il émet à l'extérieur d s tissus contaminés, d s organes de dissémination qui se présentent sous la forme d'arbuscules ramifiés appelés sporangiophores; ceux-ci forment à l'extrémité de leurs ramules des sporanges ovoïdes. Ces sporanges se détachent très facilement et sont susceptibles de germer au contact de l'eau en produisant chacun plusieurs zoospores. D'après Ravaz (62) cette opération demande une heure un quart à la température de 15°. Chaque zoospore est munie de deux flagelles qui lui permet de se mouvoir dans l'eau. Elles nagent quelque temps puis se fixent, perdent leurs flagelles et germent en donnant naissance à un tube germinatif. Si la gouttelette d'eau au sein de laquelle les zoospores ont été libérées est sur un organe non aoûté (feuille, jeune sarment, grain de raisin avant la veraison) le tube germinatif pénètre dans les tissus qu'il gagne à la faveur de l'orifice d'un stomate, et le mycélium intercellulaire se développe d'abord sans manifester sa présence par des lésions visibles. On donne le nom d'incubation à cette période de développement invisible dont la durée varie de cinq à vingt-six jours suivant la température et l'âge des organes atteints (62). La fin de l'incubation est marquée par l'apparition d'un feutrage de sporangiophores sur les organes atteints : à condition toutefois que l'état hygrométrique soit assez élevé. Lorsque l'air est trop sec, le mycelium ne produit pas de sporangiophores mais évolue entièrement à l'intérieur des tissus. Sur les feuilles, il manifeste sa présence par un jaunissement de la partie envahie qui devient en outre translucide. On donne à ces parties contaminées le nom de « taches d'huile » en raison de leur aspect graisseux.

Ce mode de propagation de la maladie par sporanges ne s'observe que pendant la belle saison. En automne, lorsque les conditions sont devenues défavorables, des organes sexués apparaissent. Il se forme des oospores qui demeurent en repos pendant tout l'hiver dans les feuilles mortes. Au printemps suivant, ces oospores germent pour donner chacune un sporange spécial beaucoup plus volumineux que les sporanges d'été auxquels on donne improprement le nom de macroconidie. Au contact de l'eau, chaque sporange libère des zoospores, qui propagent la maladie par simple voie asexuée

II. Isolement aseptique du Champignon. — La première condition à réaliser pour obtenir des cultures de Mildiou est l'isolement aseptique du champignon. Pour y parvenir voici comment nous opérons. On détache des feuilles de Vigne attaquées présentant les lésions caractéristiques du type « tache d'huile » et on les stérilise de la manière sui-

vante : on les plonge très rapidement dans de l'alcool à 95°, puis on les immerge durant dix minutes dans une solution à 70 gr. par litre d'hypochlorite de calcium à 200° chlorométrique ; les feuilles sont ensuite rincées à l'eau stérile et placées dans des boîtes de Petri également stérilisées entre deux feuilles de papier filtre mouillé. Après un séjour de vingt-quatre heures à l'étuve à 20°, les « taches d'huile » se recouvrent d'un épais feutrage de sporangiophores sur lesquels on peut aisément prélever aseptiquement des sporanges.

Cette méthode n'est pas toujours applicable car le phénomène des « taches d'huile », qui permet à coup sûr de reconnaître une invasion sur le point de fournir des sporanges, n'est pas très fréquent. Nous avons donc dans certains cas dû nous servir de feuilles portant de jeunes sporangiophores. Ces feuilles sont stérilisées par la méthode précédente, puis placées à l'étuve dans les mêmes conditions. Ce traitement détruit les sporanges, mais le mycélium interne en reforme s'il n'est pas trop âgé. De telles feuilles sont plus difficiles à stériliser et fournissent moins de sporanges. C'est pourquoi il faut leur préférer des feuilles portant des « taches d'huile ».

Signalons enfin que nous avons pu, à plusieurs reprises, isoler le Mildiou à partir de rameaux attaqués en les stérilisant à l'hypochlorite et en les repiquant après les avoir épluchés, sur des milieux gélosés préparés pour la culture des tissus de Vigne ; huit à dix jours après l'ensemencement, ces tronçons de sarments se sont couverts de sporangiophores.

III. Inoculation des cultures. — Pour réaliser la contamination des cultures de tissus, nous avons tout d'abord découpé des parties de feuille couvertes de sporanges en petits fragments que nous portions sur les tissus. L'expérience nous a montré que cette technique était mauvaise, car ces fragments de feuilles, étant très sensibles au parasite, mouraient très vite si bien que l'infection réussissait rarement. D'autre part, quelles que soient les précautions que l'on prend pour stériliser ces organes, on n'est jamais certain de leur asepsie. Nous avons alors cherché à réaliser l'infection à partir des sporanges eux-mêmes ; pour cela, on pouvait opérer de deux façons : on pouvait, soit séparer les sporanges des feuilles, les laisser pendant une heure et demie dans de l'eau stérile pour qu'ils libèrent leurs zoospores, et placer ensuite une goutte de cette eau chargée de zoospores au contact des tissus, ou bien placer d'abord une goutte d'eau sur les tissus et y porter ensuite quelques sporanges. Nous avons utilisé comparativement les deux méthodes.

Pour détacher les sporanges de la feuille, nous utilisons une pipette Pasteur très effilée et cassée à son extrémité afin que ses bords soient tranchants. Nous déposons un peu d'eau stérile sur une partie de feuille garnie de sporanges, et nous promenons lentement le bord coupant de la pipette à la surface de la feuille, afin d'en détacher ces organes. Il ne reste plus qu'à aspirer la goutte d'eau chargée de sporanges et à la faire couler dans un tube à essais stérile. On parvient aisément de cette façon à obtenir des suspensions qui renferment plus de 250.000 sporanges au centimètre cube. Une heure et demie plus tard, lorsque les sporanges ont libéré les zoospores, on fait tomber à l'aide d'une autre pipette très effilée une goutte de cette suspension à la surface d'une culture de tissus de Vigne ; pour éviter que cette goutte ne roule sur la surface du tissu sous l'effet de la tension superficielle et ne se détache, il est souvent utile de préparer avec un scalpel une petite encoche à la surface des tissus. On réalise ces opérations sans retirer la colonie tissulaire du tube où elle s'est développée afin d'éviter les contaminations accidentelles.

Cette méthode, très simple, ne donne de bons résultats que lorsque les feuilles de

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Aspect d'un cal de Vigne envahi par le *Plasmopara viticola*. Les bouquets de sporanges apparaissent comme de fines granulations blanches recouvrant tout le fragment de tissu.

J. Vincent, phot.

Fig. B. — Mildiou se développant sur une racine de Vigne.

J. Vincent, phot.

Fig. A. — Mildiou se développant sur une culture de tissus de Vigne.
Les amas incolores que l'on distingue en surface sont les sporanges du champignon.

J. Vincent, phot.

Fig. B — Crown Gall provoqué sur une racine de *Hyoscyamus niger* par l'inoculation de *Phytomonas tumefaciens*.

Vigne ont été stérilisées de façon parfaite. Une seule feuille mal désinfectée suffit pour contaminer toutes les cultures. C'est pourquoi nous préférons une autre méthode consistant à déposer une goutte d'eau stérile à la surface de chaque culture et à y transporter quelques sporanges prélevées directement sur une feuille de Vigne. Dans les deux cas, après avoir bouché le tube de culture avec un tampon de coton, il convient de l'obturer avec une feuille de papier d'étain afin que l'atmosphère demeure saturée de vapeur d'eau.

Les zoospores nagent pendant quelque temps dans la goutte d'eau, puis se fixent à la surface de l'explantat et émettent un tube germinatif qui pénètre aisément à l'intérieur. Comme dans le cas d'infections naturelles de feuilles, le parasite manifeste sa présence après une certaine période d'incubation par l'émission de sporanges, mais tandis que dans le cas d'inoculation de feuilles entières la durée d'incubation de la maladie paraît uniquement réglée par la température et durant tout l'été ne dure guère plus de cinq à six jours, elle est beaucoup plus lente et moins régulière lorsqu'on infecte des cals primitifs formés *in vitro* sur des tronçons de tige. Les premiers sporanges n'apparaissent jamais avant une dizaine de jours et il arrive que l'infection demeure latente à l'intérieur de certaines cultures pendant plus d'un mois, sans que l'on puisse déceler la cause de ce retard. Les variations de température ne peuvent être invoquées en ce cas, puisque les cultures sont maintenues à température constante.

IV. Invasion des cultures et mode de développement du Mildiou. — Nous avons étudié le mode de développement du Mildiou sur les tissus cultivés *in vitro*.

Le développement des sporangiophores débute toujours au point d'infection, c'est-à-dire à l'emplacement où avait été déposée la goutte d'eau chargée de zoospores ; toutefois l'infection ne demeure pas localisée à cet endroit, mais elle s'étend peu à peu à toute la surface des tissus (pl. XX, fig. A). Cette progression est très lente et il faut environ un mois à un mois et demi pour qu'elle soit complète sur un cal primitif produit par un fragment de tige ; les tissus préexistants du sarment sont également attaqués, ainsi que les racines lorsqu'il s'en est formé (pl. XX, fig. B).

Lorsqu'on inocule de cette façon des colonies anciennes ayant déjà été repiquées plusieurs fois, la période d'incubation est encore plus longue et plus irrégulière. Ces colonies sont d'ailleurs moins sensibles au Mildiou que les cals primitifs. Cette résistance se manifeste tout d'abord par une plus grande difficulté d'infection. En effet, la proportion des cultures infectées est toujours plus élevée lorsque l'on effectue cette opération sur des cals primitifs (60 à 75 p. 100) que si on inocule des cultures provenant d'une souche ancienne (30 à 40 p. 100). En outre, sur ces dernières, le feutrage des sporangiophores est moins dense (pl. XXI, fig. A) et l'examen microscopique révèle que ces organes sont moins grands et moins ramifiés. Enfin, les colonies repiquées résistent mieux au parasite que les tissus des cals primitifs qui sont entièrement tués par le parasite au bout d'un mois et demi environ ; ceux de cultures ayant subi plusieurs repiquages demeurent vivants très longtemps. Les tissus ayant subi le phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine sont attaqués de la même manière que les tissus normaux.

Si on pratique une coupe dans un cal envahi par le Mildiou (fig. 29), on constate la présence d'un mycélium formé de filaments épais de 8 à 10 μ, très réfringents et très ramifiés qui s'insinuent entre les cellules parenchymateuses en progressant à travers les méats. Ce mycélium produit de nombreux suçoirs irrégulièrement disposés qui perforent les parois cellulaires. Ces suçoirs ont la forme de renflement sphériques ou

piriformes qui font saillie au travers de la paroi de la cellule. Ils sont absolument comparables à ceux que forme le champignon à l'intérieur des organes normaux de la Vigne. La colonie n'étant pas limitée par une cuticule, le mycélium peut émettre des hyphes qui se répandent à l'extérieur. Ces hyphes se développent à l'air libre dans l'atmosphère saturée du tube et peuvent atteindre une longueur de 500 μ, mais il ne s'en forme jamais à l'intérieur du milieu de culture. Ces formations sont spéciales aux cultures, on ne les observe jamais sur les plantes entières.

Les sporangiophores naissent exclusivement sur le mycélium interne et, en aucun cas,

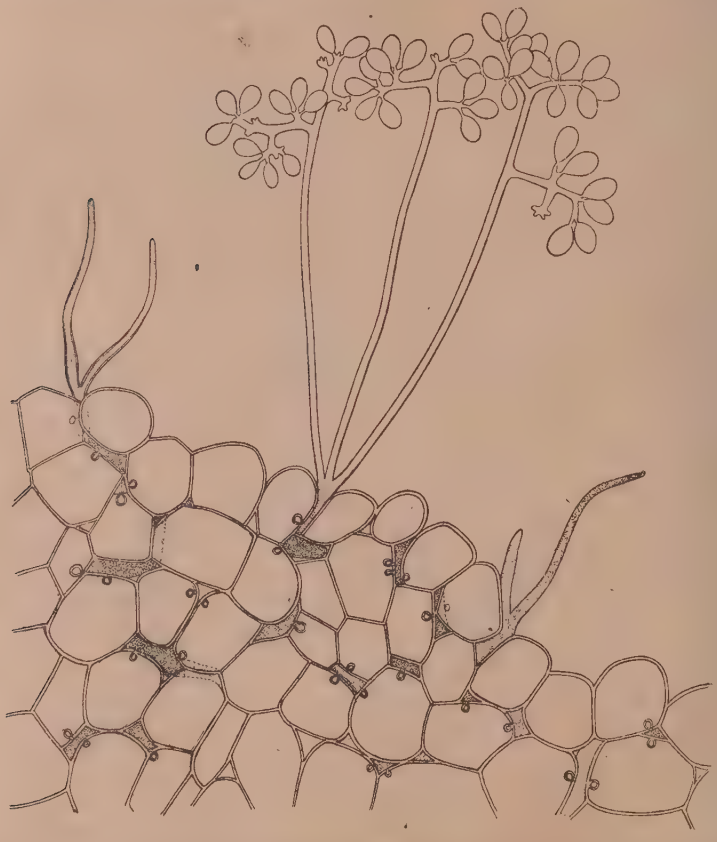


Fig. 29. — Coupe d'une culture de tissus de *Vitis vinifera* attaquée par le *Plasmopara viticola*.

le mycélium aérien n'en produit. Ils sortent par groupe de 3 ou 4 en s'insinuant entre les cellules et viennent s'épanouir à l'air libre. Leurs formes et leurs dimensions sont assez variables. Ceux produits par des cultures réalisées sur des cals primitifs peuvent atteindre 1.000 μ de long et sont très ramifiés, tandis que ceux qui apparaissent sur des cultures ayant subi plusieurs repiquages ne dépassent pas 250 μ et sont peu ramifiés.

Nous n'avons jamais observé en culture la formation d'organes sexuels ni d'oospores.

V. Repiquage du Mildiou. — Nous avons vu que, après une période d'un mois et demi, quand le parasite a gagné toute la culture, les tissus ne tardent pas à mourir. Pour maintenir le champignon vivant, il faut alors le repiquer. Pour cela, nous procédons de

la manière suivante : on dépose, à l'aide d'une pipette Pasteur très effilée, une goutte d'eau stérile à la surface de chacune des colonies destinées à recevoir le parasite, puis on extrait de son tube un fragment de tissu attaqué et on le place dans une boîte de Petri ; en se servant d'un scalpel, on détache alors de la surface de ce dernier de minces lamelles de tissus recouverts de conidiophores. Ces lamelles sont réduites en petits fragments d'un millimètre de côté que l'on transporte avec des pinces dans la goutte d'eau déposée à la surface de la culture vierge. Cette façon d'opérer, légèrement différente de celle que nous utilisons pour le prélèvement initial du parasite, donne des résultats plus réguliers, car le fragment découpé demeure vivant pendant un certain temps et le mycelium qu'il renferme continue à produire de nouveaux sporanges pendant plusieurs jours. Nous avons pu, de cette façon, entretenir pendant trois ans des cultures associées de *Plasmopara* et de tissus de Vigne.

Il est possible de repiquer directement des tissus provenant d'une souche ancienne et parasités par le Mildiou. Nous avons signalé que, dans ce cas, le parasite se développe très lentement et ne les tue pas immédiatement, si bien qu'ils continuent à proliférer. Toutefois, leur croissance est très ralentie et ils finissent généralement par périr après deux passages.

VI. Développement du Mildiou sur les tissus de différentes espèces de Vignes. — Aucune espèce de Vigne n'est normalement à l'abri du Mildiou. Ce parasite peut être rencontré même sur des Vignes-vierges telles que les *Parthenocissus tricuspidata* et *quinquefolia* (62). Cependant, ces dernières, ainsi que certaines espèces de Vigne, comme *Vitis riparia* et *Vitis rupestris*, ne sont que rarement atteintes et le *Plasmopara* ne leur cause que des dégâts minimes qui consistent en des taches foliaires rares et peu étendues. D'autres, telles que *V. Berlandieri* ou *V. labrusca*, bien que portant sur leur feuillage des altérations plus étendues subissent, elles aussi, peu de dommage. Enfin, d'autres espèces comme *V. arizonica* sont aussi sensibles que *V. vinifera*.

Dans le but de rechercher si cette immunité relative se manifeste *in vitro*, nous avons réalisé des cultures de tissus de diverses espèces et variétés de *Vitis* et de *Parthenocissus*, et nous avons essayé d'obtenir leur infection par le Mildiou.

La première souche de tissus de *Vitis vinifera* que nous avons isolée appartient à la variété « Aramon ». C'est sur cette souche que nous avons réalisé la plupart des expériences que nous venons de décrire. Nous avons ensuite réalisé des cultures de deux cépages de la même espèce : « Chasselas de Fontainebleau » et « Carignan ». Le développement du Mildiou sur ces deux variétés a été comparable à celui observé sur l'« Aramon ».

Parmi les tissus d'espèces exotiques, ce sont ceux de *Vitis arizonica* qui se sont montrés les plus sensibles au Mildiou. L'infection s'y est propagée de la même manière que sur les tissus de *Vitis vinifera*. Nous avons également pu obtenir des cultures de Mildiou sur les tissus de *Vitis Davidii*, et sur ceux de la variété « Noah » que l'on suppose être un hybride de *V. riparia* et *V. labrusca*.

Lorsqu'on essaye d'inoculer le Mildiou à des cals de *V. Davidii* en déposant à la surface de ceux-ci un bouquet de sporangiophores dans une goutte d'eau, on constate que la proportion de culture infectée est très faible (15 à 20 p. 100). En outre, le parasite ne paraît pas gagner l'ensemble du cal comme cela se produit chez les Vignes européennes, mais demeure limité au voisinage du point d'infection. Enfin, les conidiophores ne forment pas un feutrage dense et serré mais se présentent sous forme de petits groupes isolés les uns des autres. Enfin, les tissus parasités réagissent en élaborant une grande quantité d'anthocyane.

La variété « Noah » paraît plus résistante encore. Il est très difficile d'obtenir le développement du *Plasmopara* sur ses tissus. Lorsqu'on y parvient, le champignon manifeste sa présence par quelques rares bouquets de sporangiophores localisés dans la région qui avait subi le contact direct des zoosporanges inoculés. Ces sporangiophores sont toujours beaucoup plus petits et moins ramifiés que ceux que l'on observe sur les tissus des cépages européens.

Signalons enfin qu'il nous a été impossible d'inoculer le Mildiou aux tissus des autres espèces de Vigne que nous avons étudiées : *Vitis vulpina, V. rupestris, V. riparia, V. Coignetiae,* ainsi qu'aux *Parthenocissus tricuspidata* et *quinquefolia.* Ces différentes espèces sont cependant parfois attaquées dans les conditions normales.

Ces expériences paraissent montrer qu'il y a une relation entre la sensibilité naturelle et celle des tissus cultivés *in vitro,* car les tissus les plus faciles à inoculer *in vitro* sont ceux des espèces les plus facilement attaquées dans la nature. Toutefois elles indiquent que les tissus peu différenciés que l'on cultive *in vitro* constituent un milieu beaucoup moins favorable pour le Mildiou que le parenchyme des feuilles où il se développe ordinairement.

VII. Tentatives de cultures sur des milieux inertes. — On peut se demander s'il est possible de fournir au Mildiou sous forme d'un milieu inerte les substances nutritives qu'il puise dans les cellules de la Vigne par l'intermédiaire des suçoirs. Dans le but de tenter de résoudre cette question, nous avons essayé de cultiver le champignon dans divers substrats naturels ou artificiels.

1° *Milieux naturels.* — Les premiers milieux que nous avons essayés étaient préparés de la manière suivante : des feuilles et des jeunes sarments d'un cépage sensible à la maladie comme l'« Aramon » étaient finement hachés et la bouillie ainsi obtenue était filtrée sur une étamine; le jus trouble était alors clarifié par centrifugation et stérilisé au moyen de filtre du Kitasato. Ce jus stérile était soit dilué de moitié, par une solution stérile de gélose à 1,5 p. 100, refroidie vers 40°, soit mélangé aseptiquement avec le résidu de broyage des feuilles au préalable stérilisé à l'autoclave. Ces milieux se sont révélés impropres à la culture du champignon. Nous n'avons jamais observé la moindre prolifération.

Nous avons alors supposé qu'au cours du broyage des feuilles certaines substances nécessaires à la naissance du *Plasmopara* pouvaient s'altérer et se détruire et nous avons cherché à tuer les tissus de Vigne d'une manière moins brutale en employant soit la chaleur modérée, soit l'asphyxie. La première méthode a été mise en œuvre en plaçant des colonies tissulaires pendant vingt-quatre heures dans une étuve réglée à 50°. Toutes les cultures ainsi traitées ont rapidement changé d'aspect. Elles ont bruni et ont produit une substance noirâtre qui a diffusé dans la gélose. Nous les avons inoculées immédiatement après le traitement, avant que leur aspect commence à se modifier, à l'aide de fragments d'une culture portant des sporanges, mais, en aucun cas, le parasite ne s'est développé.

Dans une autre série d'expériences, nous avons tué les tissus par asphyxie, en scellant au chalumeau des tubes contenant des colonies de tissus de Vigne. Celles-ci sont demeurées en atmosphère confinée pendant un an. Les tissus ne paraissaient pas sensiblement altérés. Cependant, ils étaient devenus incapables de proliférer à nouveau, car, repiqués sur un milieu neuf, ils n'ont pas tardé à brunir au contact de l'air. Nous avons inoculé des fragments de tissus portant des conidiophores à ces cultures, mais nous n'avons observé aucun développement.

2° *Milieux synthétiques.* — Imaginant alors que les cellules mortes produisaient une substance toxique pour le champignon, nous avons tenté sa culture en milieu synthétique. Pour cela, nous avons utilisé les solutions nutritives employées par Schopfer (66) et par Kögl (36) [1], au cours de leurs recherches de l'action des vitamines sur les champignons; nous avons ajouté à ces solutions diverses substances de croissance qui ont été reconnues nécessaires au développement de certains microorganismes. Nous avons ainsi incorporé à ces solutions de l'aneurine à la concentration de 10^{-7}, de l'acide nicotinique à 10^{-6}, de la pyridoxine à 10^{-7}, de la biotine à 10^{-8}, de l'acide *d*-pantothénique à 10^{-6}, du meso-inositol à 10^{-4} et de l'adénine à 10^{-7}. En outre, d'autres milieux nutritifs ont reçu divers aminoacides : glycocolle, cystéine, tryptophane, β-alanine, acide glutamique, à la concentration de 10^{-5}.

Ces solutions étaient solidifiées par l'adjonction de 1,2 p. 100 de gélose et stérilisées à l'autoclave à 110° pendant vingt minutes. Nous ensemencions ensuite en surface de petits fragments de cultures encore vivantes et recouvertes de sporanges de Mildiou. Mais, dans aucun cas, nous n'avons pu observer le développement du parasite sur ces milieux synthétiques.

B. Culture de l'Oïdium de la Vigne.

I. Caractères généraux de l'Oïdium. — L'Oïdium de la Vigne : *Uncinula necator* (Schw). Burr., appartient à la famille des Erysiphacées dont toutes les espèces sont des parasites obligatoires des végétaux supérieurs. L'*Uncinula necator* se développe sur toutes les espèces *Vitis* et sur quelques *Parthenocissus*. Son mycélium ne pénètre pas à l'intérieur des tissus comme celui du Mildiou, mais il est en grande partie aérien et forme un léger feutrage incolore à la surface des organes. Il envoie à l'intérieur des cellules épidermiques des suçoirs globuleux ou ovoïdes à l'aide desquels il puise les substances nécessaires à son développement. Il produit également des hyphes perpendiculaires à la surface des organes; ces hyphes composées de plusieurs cellules sont en réalité des conidiophores dont les cellules extrêmes s'élargissent peu à peu et se transforment en conidies qui se détachent facilement et disséminent ainsi la maladie. Ces conidies peuvent germer sur les organes de la Vigne en atmosphère très humide et propagent le champignon par voie végétative. Le parasite hiberne sous forme mycélienne dans les bourgeons de la Vigne et peut ainsi s'y maintenir indéfiniment sans former de périthèces. Les conidies germent rapidement dans l'eau quand la température est voisine de 20°. Il suffit d'en placer quelques-unes entre lame et lamelle pour constater, en examinant la préparation après quatre ou cinq heures, que la plupart ont déjà émis un filament germinatif. Ce filament doit produire très tôt des suçoirs car, en conservant en chambre humide des préparations

[1] Solution nutritive de Schopfer :

H_2O	1.000 cm³
Glucose	1 gr.
Asparagine	1 gr.
$SO_4Mg, 7H_2O$	0,5 gr.
PO_4KH_2	1,5 gr.

[2] Solution de Kögl :

H_2O	1.000 cm³
Tartrate d'Ammonium	5 gr.
NO_3NH_4	1 gr.
PO_4KH_2	1 gr.
$SO_4Mg, 7H_2O$	0,5 gr.
NaCl	0,1 gr.
$CaCl_2$	0,01 gr.

de conidies dans l'eau, on constate qu'après vingt-quatre heures il s'est déjà formé sur le tube germinatif des appressoria analogues à ceux d'où naissent les suçoirs.

2. Isolement aseptique et inoculation du champignon aux cultures de tissus. — Étant donné que le mycélium de l'Oïdium se développe à l'extérieur des tissus, on doit donc se contenter de prélever directement les conidies sur de jeunes taches venant d'apparaître sur des feuilles sans les stériliser au préalable. Pour cela, on opère le prélèvement d'une manière analogue à celle utilisée pour le Mildiou en se servant d'une pipette Pasteur très effilée, et cassée irrégulièrement, afin que ses bords soient tranchants; il suffit d'humecter cette pipette en la trempant dans l'eau stérile et de la passer légèrement à la surface de la région contaminée pour détacher de nombreuses conidies qui viennent se coller contre ses parois. On passe ensuite la pipette ainsi chargée de conidies sur une goutte d'eau préalablement déposée à la surface d'une culture de tissus de Vigne. Étant

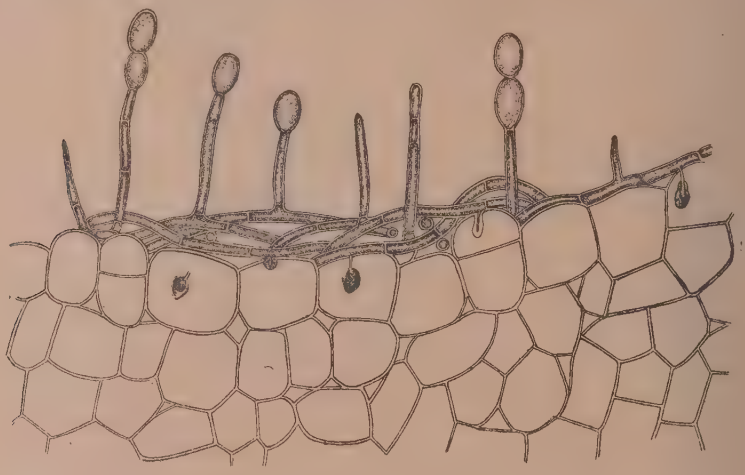


Fig. 30. — Coupe d'une culture de tissus de *Vitis vinifera* attaquée par *Uncinula necator*.

donné que les conidies de l'Oïdium germent aisément dans l'air humide, il n'est pas nécessaire, en principe, que les conidies flottent dans l'eau comme c'est le cas pour les sporanges de Mildiou. Néanmoins, nous avons obtenu de meilleurs résultats en mouillant au préalable la surface des tissus. Cette méthode qui consiste à prélever directement des spores sur des feuilles non désinfectées introduit fréquemment des germes de champignons et de bactéries banales qui pullulent à la surface de la feuille. Il faut donc faire un très grand nombre d'inoculations pour en obtenir qui ne soient pas contaminées.

3. Développement du champignon. — Bien que les conidies germent en quelques heures dans l'eau à 20°, le mycélium n'apparaît pas sur les cultures inoculées avant une dizaine de jours; il forme tout d'abord un feutrage très discret qui s'épaissit peu à peu et gagne en quelques semaines tout le cal. Les tissus s'altèrent rapidement et l'on observe une nécrose d'abord superficielle, puis, au bout de quarante-cinq à soixante jours, cette altération s'étend à toute la masse de la colonie.

Si on examine une coupe pratiquée dans des tissus attaqués (fig. 30) on constate que le parenchyme est recouvert d'un lacis formé d'hyphes qui s'entrecroisent; sur ce mycélium, naissent de nombreux conidiophores courts et composés de 3 à 4 cellules,

dont l'extrémité s'élargit pour former les conidies; le mycélium émet enfin des suçoirs qui s'enfoncent uniquement dans la rangée la plus externe des cellules de la colonie.

4. Repiquages. — Lorsque les tissus commencent à se nécroser sous l'influence du parasite, c'est-à-dire deux mois après l'inoculation, il convient de procéder au repiquage des cultures. Pour cela, nous utilisons la même technique que pour le Mildiou de la Vigne, c'est-à-dire qu'après avoir placé les tissus infectés dans une boîte de Petri stérile, nous isolons de sa surface de minces fragments d'environ 1 millimètre de côté. Ces fragments sont ensuite déposés à la surface de tissus fraîchement repiqués et préalablement humectés d'eau stérile : la face recouverte par le mycélium doit être en contact avec la colonie. Le résultat de ces repiquages est assez irrégulier. Parfois, les inoculations sont presque toutes réussies, mais d'autres fois, au contraire, l'infection n'est obtenue que dans une faible proportion, sans que l'on puisse déterminer la raison des échecs. En suivant le développement du champignon, nous avons remarqué qu'une humidité excessive nuit à sa prolifération. Ceci nous a conduit à nous abstenir de capuchonner les tubes avec du papier d'étain, qui entretient un état hygrométrique trop élevé. Mais cette absence de capuchonnage présente un inconvénient, car les tissus de Vigne s'accroissent assez peu, en raison du faible état hygrométrique de l'atmosphère, tandis que le parasite se développe plus rapidement, ce qui réduit la durée de la vie des cultures et oblige à des repiquages plus fréquents.

C. Tentatives de cultures d'Urédinées.

Les Urédinées forment un immense groupe de champignons étroitement adaptés à la vie parasitaire; aucun d'eux n'est susceptible de mener une vie saprophytique. Ils présentent en outre une spécificité très étroite; chacun d'eux n'infecte, en effet, qu'un petit nombre d'hôtes appartenant à un seul genre ou même à une seule espèce. Quelques-unes cependant peuvent infecter les plantes d'une famille entière. De nombreuses Urédinées sont hétéroïques, c'est-à-dire que leur gamétophyte et leur sporophyte évoluent sur deux espèces distinctes dont la position systématique peut être très éloignée. On conçoit donc que leur culture présente un très grand intérêt, c'est pourquoi nous nous sommes efforcé d'obtenir leur développement *in vitro*. Nous avons pensé que ce problème serait facilité en s'adressant à des espèces d'Urédinées susceptibles d'envahir très largement leurs hôtes et pouvant se développer non seulement sur des feuilles, mais encore sur d'autres organes tels que les tiges, les pétioles ou les pédoncules floraux; ces réflexions nous ont conduit à choisir le *Kuehneola albida* qui se développe surtout sur les tiges des Ronces, le *Puccinia antirrhini* qui attaque non seulement les feuilles, mais aussi les tiges, les pédoncules floraux, les sépales et même les carpelles du Muflier, le *Gymnosporangium clavariaeforme* et qui, sur l'Aubépine, apparaît à la fois sur les feuilles, les tiges, le calice et même le fruit et le *Gymnosporangium Sabinae* qui parasite ces mêmes organes chez le Poirier.

Enfin, nous avons également réalisé quelques tentatives avec le *Puccinia Malvacearum* qui possède une faible spécificité et peut infecter la plupart des Malvacées.

I. Essais de culture de *Kuehneola albida* (Kuhn) Magn. — 1. *Caractères du développement.* — *Kuehneola albida* est une Phragmidiée répandue dans le monde entier et qui parasite diverses espèces de Ronces. Dans notre pays, les premières taches d'urédospores apparaissent en automne à la face supérieure des feuilles ou sur les rameaux. Pendant l'hiver, l'infection demeure latente; au printemps, de nouvelles taches d'urédospores

provenant d'infections anciennes se montrent sur les tiges de l'année précédente et les téleutospores commencent alors à se former. Les stromas d'urédospores de printemps s'étendent longuement sur les rameaux; d'abord sous-épidermiques, ils font peu à peu craquer l'écorce, qui se fend longitudinalement sur une longueur de plusieurs centimètres.

2. *Prélèvement du champignon et inoculation des cultures.* — Nous avons réalisé une première tentative au printemps en nous adressant à des tiges qui présentaient de jeunes sores d'urédospores encore recouvertes par l'épiderme. Nous les désinfections soigneusement, en les trempant quelques secondes dans l'alcool, puis en les immergeant pendant une demi-heure dans une solution d'hypochlorite de calcium à 70 grammes par litre. Nous fendions alors l'épiderme longitudinalement et les urédospores sortaient spontanément; puis avec une pipette Pasteur très effilée et humectée, nous prélevions quelques-unes de ces urédospores que nous transportions enfin dans une goutte d'eau stérile déposée à la surface de cultures de tissus de Ronce.

Cette méthode ne nous a pas fourni de résultats satisfaisants, car le champignon ne s'est pas développé.

Nous avons alors effectué un nouvel essai en nous servant d'urédospores provenant de sores qui s'étaient développés sur des feuilles en automne. Ces stromas ne sont pas étendus comme ceux qui se forment sur les tiges au printemps, mais limités à de très petites pustules; d'autre part, l'épiderme des feuilles est très mince et recouvert de poils, si bien qu'il est impossible de stériliser la feuille avant leur déhiscence. Nous avons donc été obligé de faire le prélèvement en passant une pipette Pasteur mouillée sur des jeunes taches venant de s'ouvrir. Dans ces conditions, nous prélevions en même temps les spores d'autres champignons ainsi que des bactéries contaminant l'épiderme, ce qui nous obligea à multiplier les prélèvements pour en obtenir un certain nombre qui soient aseptiques. Ces essais d'automne n'ont pas fourni de résultats meilleurs que ceux du printemps.

Nous avons alors tenté de préciser les causes de cet échec en étudiant les conditions de la germination des urédospores de *Kuehneola albida*. Pour cela des spores ont été placées dans une goutte d'eau distillée en cellule de Van Tieghem. Nous n'avons constaté aucune germination. L'adjonction de glucose aux concentrations de 1, 2 et 5 p. 100 n'a pas amélioré ce résultat. Cette tentative infructueuse nous a amené à penser que la germination des urédospores ne doit se produire que sous l'action de substances de croissance spéciales. Wilcoxon (82) a montré, en effet, que les spores de nombreux champignons germent très mal dans l'eau pure, mais que leur développement se produit normalement dès qu'on l'additionne de traces d'extraits végétaux très variés, tels que des jus de tubercules de pomme de terre, de Dahlia, de Glaïeul ou d'Orange. Le jus d'Orange paraît être particulièrement actif et il a été incorporé par Mc Callan (45) aux suspensions de spores utilisées pour l'étude des produits anticryptogamiques. Cet auteur conseille d'utiliser le jus d'orange filtré à la concentration de 1/100e. Ces résultats nous ont suggéré de réaliser de nouveaux essais en nous servant de milieux analogues à ceux imaginés par Mc Callan. Pour cela nous avons stérilisé du jus d'orange par filtration sur bougie et nous l'avons ajouté dans la proportion de 1 p. 100 à de l'eau stérile que nous déposions sur les tissus avant d'y mettre les spores.

Les résultats furent également négatifs; d'ailleurs des essais de germination réalisés en cellule de Van Tieghem au moyen de cette solution ne nous ont pas non plus donné

de résultats. Nous pensons donc qu'il est vain d'essayer d'obtenir des cultures de *Kuehneola* par ce procédé tant qu'on sera incapable d'en faire germer régulièrement les spores.

Nous avons également essayé d'inoculer de la même manière une autre urédinée, le *Phragmidium Rubi* à des cultures de tissus de ronce en prélevant des urédospores sur de jeunes taches et en les déposant dans une goutte d'eau déposée à la surface des tissus. Nous ne sommes pas non plus parvenus à obtenir d'infection.

II. Essais de culture de *Puccinia Antirrhini* (Diet.) Holw.— 1. *Caractères généraux du développement.* — La Rouille du Muflier est un parasite qui, en raison de son intérêt horticole, a été beaucoup mieux étudié que *Kuehneola albida*. Ses urédospores forment de petites pustules qui apparaissent durant tout l'été sur les feuilles. Elles sont localisées surtout à leur face inférieure ; il s'en forme également sur les pétioles, les tiges et même sur le calice et la capsule du fruit, ce qui montre que presque tous les organes aériens peuvent être atteints par le champignon. Durant toute la belle saison, la maladie se transmet par les urédospores avec la plus grande facilité. Leur germination peut être obtenue facilement. Mc Callan (44) et Aronescu-Savulescu (1) ont montré qu'elle se produit en deux ou trois heures entre 5 et 20°. Ces auteurs ont pu réaliser très aisément des inoculations artificielles en pulvérisant une suspension d'urédospores sur des plantes entières, les premiers symptômes de la maladie apparaissaient sept à huit jours après la contamination. Ils consistaient en un léger gonflement et une décoloration de l'endroit infecté et deux jours plus tard, l'épiderme se déchirait et les urédospores apparaissaient alors.

A la fin de l'été se forment des téleutospores localisées dans les mêmes régions que les urédospores. D'après Aronescu-Savulescu ces téleutospores germent avec la plus grande difficulté. On ne connaît pas de forme œcidienne et on ignore si cette urédinée est autoïque ou héteroïque.

2. *Prélèvement des spores et inoculation des tissus.* — La rapidité d'évolution du parasite rend facile le prélèvement aseptique des urédospores. Nous réalisons cette opération de la manière suivante : on choisit des feuilles présentant un certain nombre de taches blanches. Elles sont désinfectées en les plongeant rapidement dans de l'alcool puis en les trempant pendant dix minutes dans une solution d'hypochlorite de calcium à 70 grammes par litre. On les rince alors à l'eau stérile et on les abandonne enfin pendant deux jours à l'air dans des boîtes de Petri humides maintenues à 20°. Dans la plupart des cas, la moitié environ des pustules s'ouvrent et laissent apparaître leurs spores.

On prélève ces spores avec une pipette Pasteur très effilée et légèrement humide et on les transporte sur des cultures de tissus préalablement humectées avec un peu d'eau stérile. Ces cultures consistent soit en fragments de tiges ayant produit des cals, soit en colonies provenant d'une souche ayant subi plusieurs repiquages. Dans aucun cas, malheureusement, nous n'avons pu réaliser l'infection de ces cultures. Cet échec ne peut être attribué à une mauvaise germination des spores, car en les plaçant pendant quelques heures dans une goutte d'eau en cellule de Van Tieghem nous avons pu constater que plus de la moitié émettaient un tube germinatif. Nous pensons donc que les variétés de Muflier sur lesquelles nous avons travaillé possédaient une immunité accentuée vis-à-vis du *Puccinia*. Il existe en effet divers degrés dans la résistance à la rouille des variétés cultivées. Les auteurs américains citent un certain nombre de races très résistantes et qui, pour cette raison, sont propagées par les horticulteurs de préférence aux autres. Peut être avons nous mis en culture par hasard, des tiges appartenant

à des variétés résistantes. En France, le Muflier est beaucoup moins cultivé qu'aux États-Unis et on ne peut se procurer des variétés bien définies dont la résistance est connue. On ne peut non plus choisir pour les cultures de tissus des plantes très attaquées par la rouille, car il est nécessaire d'effectuer les prélèvements au printemps sur des plantes jeunes à une époque où la maladie, qui évolue au cours de l'été, ne s'est pas encore déclarée.

III. Essais de culture de *Puccinia Malvacearum* Mont. — 1. *Caractères du développement.* — La rouille des Mauves est une des espèces d'urédinées les moins spécialisées que l'on connaisse, car elle peut se développer sur la plupart des Malvacées herbacées. Elle possède un cycle de développement particulièrement simple.

Les basidiospores germent en donnant naissance à un mycélium haploïde qui se développe à l'intérieur de la plante. Ce mycélium forme sous l'épiderme un faux tissu composé d'éléments cellulaires uninuclées serrés et rangés parallèlement les uns aux autres. Ces éléments se conjuguent soit deux à deux, soit avec des hyphes indifférenciées et les cellules résultant de cette plasmogamie produisent des hyphes binuclées très courtes sur lesquelles naissent directement les téleutospores.

Ces téleutospores apparaissent à la face inférieure des feuilles sur les pétioles ou sur les tiges où elles forment des pustules brunes et globuleuses. Elles germent dans l'atmosphère en produisant quatre basidiospores qui peuvent infecter directement les tissus des Malvacées.

2. *Prélèvement aseptique des spores et inoculation des cultures.* — Nous avons songé à utiliser pour le prélèvement des spores de *Puccinia Malvacearum* la méthode que nous avions utilisée pour le *Puccinia Antirrhini*. Les jeunes spores de la rouille des Malvacées se forment en effet sous l'épiderme et sont pendant longtemps entièrement recouvertes par celui-ci. Si bien que dans ce cas également nous avons essayé de stériliser l'organe infecté avant que l'épiderme ne se déchire sous la poussée des spores. Mais nous avons remarqué à ce moment-là que les téleutospores ne sont pas encore mûres et ne peuvent germer.

Pour effectuer ces prélèvements nous avons opéré d'une autre manière. Nous avons placé des fragments de tige de Mauve et de Rose-trémière couvertes de jeunes pustules sous une cloche tendue intérieurement de papier filtre humide afin d'y maintenir une atmosphère saturée; la base des tiges plongeait dans un récipient plein d'eau. Au bout de quelques jours, la plupart des téleutospores avaient germé pour donner des basidiospores. Ces basidiospores ont été prélevées en promenant à la surface des régions infectées une pipette effilée en tube capillaire et légèrement humectée, puis transportées dans une goutte d'eau stérile préalablement déposée à la surface de cultures de tissus d'Abutilon, de *Malva* et d'*Althea*. Malheureusement les résultats ont été entièrement négatifs; nous n'avons pu réaliser aucune contamination des tissus par le *Puccinia*.

A la suite de ce nouvel insuccès nous avons tenté de cultiver directement des tissus parasités. Nous avons choisi à cet effet des jeunes tiges présentant des pustules encore recouvertes par l'épiderme. Ces tiges ont été désinfectées à l'hypochlorite suivant la technique ordinaire, puis soigneusement épluchées en prenant soin de ne pas éliminer les jeunes sores. Malgré toutes les précautions prises, toutes nos cultures ont été infectées par des saprophytes variés et ont péri avant d'avoir pu se développer.

IV. Essais de culture de *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) Rees. — 1. *Caractères généraux du développement.* — Les *Gymnosporangium* sont des Urédinées hétéroïques.

Le mycélium primaire de *G. clavariaeforme* se développe à l'intérieur de divers organes de l'Aubépine (feuilles, tiges, ovaires). Les organes infectés s'épaississent et se tuméfient ; sur ces tumeurs apparaissent les fructifications, c'est-à-dire les pycnides, puis les écidies.

Le mycélium secondaire se développe à l'intérieur des tissus de *Juniperus communis* en provoquant le renflement des jeunes tiges. Au printemps ce mycélium produit d'énormes stromas qui font éclater l'écorce et répandent au dehors des masses gélatineuses jaune clair formées de téleutospores agglomérées. Ces masses épaisses de 4 à 5 centimètres et longues de 3 à 4 centimètres se gélifient sous l'effet de la pluie et les téleutospores germent sur place en émettant un promycélium donnant naissance à quatre basidiospores qui infectent à nouveau les Aubépines.

2. *Prélèvement aseptique du champignon et inoculation des cultures.* — Il est relativement facile de prélever aseptiquement des téleutospores de *G. clavariaeforme*, car elles forment des masses très volumineuses faciles à désinfecter. Il suffit pour cela de faire tremper ces fructifications pendant quelques instants dans une solution d'hypochlorite de calcium à 70 grammes par litre, puis d'éliminer avec un scalpel les parties attaquées par l'antiseptique. Si on laisse ensuite pendant vingt-quatre heures les téleutospores dans une boîte de Pétri stérile garnie de papier filtre mouillé, elles germent en formant leur promycélium qui produit aussitôt des basidiospores. C'est avec des téleutospores développées de cette manière que nous avons tenté d'infecter des cultures de tissus d'Aubépine ; pour cela nous avons prélevé avec une aiguille flambée de minuscules fragments de la masse gélatineuse des téleutospores que nous avons portés dans une goutte d'eau déposée à la surface des cultures. La souche de cultures de tissus d'Aubépine dont nous disposions à cette époque était encore jeune et se développait irrégulièrement. Pour ne pas la perdre nous n'avons pas voulu sacrifier pour cette expérience les plus belles colonies et nous n'avons utilisé que quelques cultures âgées ayant cessé de se développer, si bien qu'elle a échoué. En raison de la rareté du champignon et de la courte période durant laquelle on peut recueillir des téleutospores, il ne nous a pas été possible de renouveler cette expérience dans de meilleures conditions. Nous pensons que ces cultures associées présenteraient un grand intérêt en raison des tumeurs que provoque le champignon sur les organes qu'il infecte et nous espérons pouvoir recommencer ces essais ultérieurement. Il doit d'ailleurs être possible dans ce cas également de mettre en culture de jeunes tiges déjà infectées et portant des débuts de tumeur, ce qui éviterait l'opération toujours délicate et très aléatoire de l'inoculation.

Une espèce voisine *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint se développe dans les mêmes conditions sur le Genévrier Sabine et le Poirier, mais nous n'avons pas eu encore l'occasion d'en tenter la culture.

V. Conclusions. — Nous ne pensons pas que ces essais infructueux de culture d'Urédinées indiquent que le parasite ne puisse se développer sur des tissus cultivés *in vitro*. Mais nous croyons que cet insuccès est plutôt dû à une mauvaise méthode d'inoculation. Nous avons en effet cherché à contaminer par cette méthode non plus des tissus cultivés *in vitro*, mais des fragments de Muflier ou de Mauve isolés aseptiquement et dans ce cas également le résultat a été négatif. Or, l'expérience nous montre dans les conditions naturelles ces organes sont fortement attaqués, ils peuvent donc servir de support au *Puccinia*. Il semble donc bien que c'est la méthode que nous avons employée pour les contaminer qui est défectueuse.

Nous pensons qu'une autre voie donnerait plus facilement des résultats. C'est celle qui consiste à mettre en culture des organes déjà contaminés et contenant le mycélium du parasite.

Le mycélium des Urédinées que nous avons étudiées est très superficiel et ne pénètre pas profondément dans les tissus. Chez d'autres espèces, au contraire, l'infection se généralise dans un organe entier ou même dans toute la plante. En s'adressant à de telles espèces et en isolant aseptiquement des fragments de tiges infectées, il doit être possible de réaliser d'emblée la culture associée des tissus et du parasite.

D. Cultures de virus.

I. Généralités. — On sait depuis longtemps que les plantes peuvent contracter des maladies infectieuses dont l'agent pathogène est indécelable par l'observation microscopique. Dès la fin du siècle dernier, Iwanowsky (32), puis Beijerinck (5) constatèrent que le facteur de la Mosaïque du Tabac traverse les filtres qui arrêtent toutes les bactéries visibles, et qu'il est impossible de l'observer au microscope. A ces agents invisibles on a donné le nom de Virus.

Depuis cette époque, on a découvert de nombreux virus susceptibles de s'attaquer aux plantes. Cependant leur nature n'a été définitivement établie qu'au cours de ces dernières années, après que Stanley (69), en 1935, eût isolé un nucléoprotéide cristallisé possédant toutes les propriétés du virus de la Mosaïque du Tabac. En 1936, Bawden et Pirie (4), en utilisant des méthodes analogues, ont obtenu sous forme pure et cristallisable le virus du Bushy-Stunt de la Tomate et montré que dans ce cas, comme dans celui du virus de la Mosaïque du Tabac, il s'agissait d'un nucléoprotéide.

Il n'est pas surprenant que ces agents pathogènes ne puissent être cultivés dans des milieux inertes puisque leur multiplication résulte vraisemblablement d'une déviation du métabolisme des cellules de la plante attaquée.

Le problème de la conservation des virus est difficile à résoudre. En effet, leur activité *in vitro* ne se maintient que rarement au delà de quelques semaines et, pour les conserver, on est obligé de les inoculer périodiquement à des plantes saines cultivées en serre et isolées de tout contact infectieux. Cette méthode n'est pas sans présenter des inconvénients; même dans ces conditions, il est bien malaisé de se mettre à l'abri de toute contamination, soit par les insectes, soit au cours des opérations culturales ; si bien que l'entretien d'une collection de virus nécessite un travail matériel considérable et beaucoup d'espace. Pour éviter ces inconvénients nous avons songé à utiliser, pour conserver des virus, non plus des plantes entières, mais des cultures de tissus qui se manipulent presque aussi facilement que des cultures de Bactéries ou de Champignons. Ces cultures peuvent, en outre, permettre de rechercher l'influence de diverses conditions sur la multiplication du virus, alors que cette étude est presque impossible sur la plante entière. La réalisation des premières cultures de ce genre est due à White (75); dès 1934, cet auteur eut en effet l'idée de cultiver, sur des racines isolées de Tomates, différents virus tels que le virus de la Mosaïque du Tabac, sa variété « Aucuba » et le virus de la Mosaïque du Concombre. Pour réaliser ses cultures, il isolait des fragments de tige de Tomates atteintes de Mosaïque et les plaçait dans une atmosphère humide afin de leur faire produire des racines adventives. Ces racines étaient alors ensemencées dans un milieu approprié et le virus qu'elles contenaient se multipliait au cours de leur croissance. Toutefois, il ne parvint pas à inoculer la maladie à des cultures de racines saines et fut constamment obligé de partir de plantes entières contaminées par les virus. Plus récemment, Segretain (67-68) est parvenu à son tour à cultiver le virus de la Mosaïque du Tabac en se servant comme support de fragments de tige de cette plante et

il a pu inoculer la maladie à des tissus sains cultivés *in vitro*, mais il ne put maintenir ses cultures en survie indéfinie par des repiquages et celles-ci ne subsistèrent que quelques mois.

II. Essais préliminaires. — Nous avons entrepris des travaux analogues dans le but d'obtenir des cultures plus durables, et pour cela nous avons isolé des tissus de plantes malades et nous les avons cultivés suivant notre technique habituelle. Nos premières tentatives ont porté sur des tissus de Tabac atteint d'une maladie causée par un complexe composé du virus de la Mosaïque du Tabac et du Virus I du Concombre. Ce complexe détermine chez le Tabac et la Tomate une affection sévère étudiée par Limasset et M^lle^ Augier de Montgremier (42), et dont le caractère essentiel est une déformation des feuilles qui, dans certains cas, peuvent prendre l'aspect de simples vrilles. Des fragments de tige de plantes atteintes de cette maladie ont été mis en culture sur un milieu renfermant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}. Ils ont produit des cals volumineux qui ont été repiqués deux mois plus tard sur un milieu ne contenant plus que 0,1 mg. par litre d'hétéroauxine (10^{-7}). Ces cultures ont continué à se développer assez lentement et nous avons entretenu leur activité par des repiquages réguliers effectués tous les deux mois. A ce moment-là, nous avons alors essayé de déceler la présence des deux virus dans les tissus de cette souche en inoculant six pieds de Tabac au stade quatre feuilles à l'aide du jus obtenu en broyant trois cultures. Nous avons constaté que vingt-deux jours plus tard la Mosaïque du Tabac se manifestait de façon distincte sur toutes les plantes inoculées et quelques jours après des déformations foliaires caractéristiques attestant la présence du Virus I du Concombre atteignaient deux des Tabacs inoculés. Cette expérience préliminaire avait montré qu'il est possible de cultiver *in vitro* certains virus qui atteignent les Solanées et nous a encouragés à entreprendre de nouvelles recherches plus approfondies. Ces nouvelles recherches avaient pour but de réaliser des cultures associées de tissus de Tabac et de virus de la Mosaïque du Tabac, de virus X et de virus Y de la Pomme de terre.

III. Culture du virus de la Mosaïque du Tabac.

1. *Culture sur tissu normal.* — Pour obtenir des cultures de virus de la Mosaïque du Tabac, nous sommes parti de tiges de tabac de la variété « White Burley » auxquels on avait transmis la maladie et qui en présentaient les symptômes caractéristiques sur le feuillage. Nous avons ensemencé des fragments de ces tiges, suivant notre technique habituelle, sur des milieux contenant de l'acide naphtyle acétique à la concentration de 5.10^{-7}. Nous avons également ensemencé comparativement des fragments de tige de plantes saines ayant le même âge. Les deux catégories de fragments ne tardèrent pas à se développer et produisirent en deux mois des cals volumineux. Ils furent alors repiqués sur un milieu contenant de l'hétéroauxine à la dose de 10^{-7} où ils continuèrent à proliférer très lentement. Ces tissus furent repiqués tous les deux mois sur le même milieu, mais leur croissance demeura très médiocre. Les cultures de tissus infectés présentaient le même aspect que celles de tissus sains ; aucun caractère morphologique ou anatomique ne permettait de les distinguer et seule l'inoculation de jeunes plantes à l'aide du jus de tissus broyés permettait de déceler la maladie.

2. *Culture sur des tissus accoutumés.* — Après quatorze mois de culture, la croissance de trois colonies tissulaires de la souche infectée par le virus s'améliora soudainement. Ces colonies qui jusque-là étaient brunâtres et produisaient de nombreuses cellules

géantes, se mirent à proliférer activement pour former des masses de parenchyme blanc et ferme. L'étude des réactions de ces tissus vis-à-vis de l'acide naphtyle acétique nous permit de constater qu'ils se développaient vigoureusement en l'absence de cette substance et avaient perdu toute sensibilité vis-à-vis de ses propriétés excitoformatrices. Ces colonies avaient donc subi le phénomène d'accoutumance à l'hétéroauxine. Nous avons alors cherché si elles étaient toujours infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac. Pour cela de jeunes plants de Tabac ont été inoculés avec le jus provenant du broyage de deux cultures et les symptômes de la maladie n'ont pas tardé à se déclarer.

3. *Culture des tissus de Crown-Gall.* — La lenteur de la prolifération des tissus normaux de Tabac et l'irrégularité avec laquelle se produit le phénomène d'accoutumance qui permet d'obtenir une meilleure croissance nous ont incité à tenter la culture du virus de la Mosaïque du Tabac sur des tissus de Crown-Gall qui se développent plus activement. Pour cela nous avons inoculé le *Phytomonas tumefaciens* à de jeunes tiges de Tabac de la variété « White Burley », auxquel on avait transmis la Mosaïque quelques jours auparavant. Des tumeurs se développèrent rapidement sur les tiges au point d'inoculation de la bactérie. Deux mois plus tard, nous avons prélevé aseptiquement ces tumeurs et nous en avons mis des fragments en culture dans des milieux renfermant ou non de l'hétéroauxine. Nous avons réalisé comparativement des cultures témoins à partir de tumeurs produites par l'action du *Phytomonas* sur des plantes dépourvues de virus.

Les tissus tumoraux se sont développés avec une grande rapidité. Deux mois plus tard, ils furent repiqués sans hétéroauxine et leur croissance se poursuivit avec la même régularité. Les cultures de tissus provenant de plantes infectées étaient absolument identiques à celles obtenues à partir de plantes saines ; rien dans leur aspect extérieur ni dans leur structure anatomique ne permettait de déceler les virus. Nous avons cependant pu vérifier sa présence en inoculant le jus provenant du broyage de deux cultures à quelques plantes saines, dont les feuilles montrèrent rapidement les symptômes caractéristiques de la maladie.

4. *Inoculation du virus aux cultures.* — Au lieu de partir de plantes infectées pour obtenir des cultures de virus, nous avons cherché à inoculer directement des tissus sains cultivés *in vitro,* et, pour cela, nous avons opéré uniquement sur des cultures de Crown-Gall qui se multiplient très activement. *A priori* cette inoculation semblait être possible car le virus de la Mosaïque du Tabac se transmet par de simples procédés mécaniques.

On peut par exemple l'introduire dans les plantes au moyen de blessures minimes telles que : ruptures de poils, déchirures des cellules épidermiques, etc. L'inoculation se produit dans les meilleures conditions lorsque les lésions sont très faibles et se cicatrisent rapidement. Pour cela on utilise généralement un abrasif comme le carborundum dont on saupoudre la feuille à inoculer ; on dépose ensuite quelques gouttes de jus infectieux à la surface de cette feuille, puis on étale ce jus sur tout le limbe en le frottant très légèrement avec une baguette de verre ; c'est cette méthode qui nous a servi pour transmettre la maladie à des cultures saines. Nous opérons de la manière suivante : une culture saine est placée dans une boîte de Petri et l'on saupoudre la surface avec un peu de carborundum stérilisé à l'autoclave ; puis, avec une pipette, on dépose une goutte de jus infectieux dans la région recouverte par cette poudre, et on étale ensuite très légèrement ce jus avec un agitateur stérile afin de provoquer de très légères déchirures des cellules superficielles. Nous avons cherché à obtenir un jus

infectieux aseptique de deux manières différentes : soit en filtrant un jus brut sur bougie de porcelaine, soit en stérilisant des pétioles de feuilles de Tabac infectées par trempage dans l'alcool et flambage, et en les écrasant dans un tube stérile. Ce deuxième procédé nous a fourni des résultats bien supérieurs au premier. Les particules de virus de la Mosaïque du Tabac ont, en effet tendance à s'agglomérer entre elles assez rapidement, et elles sont alors facilement retenues par la bougie de porcelaine, si bien qu'il arrive parfois que le jus filtré ait perdu toutes ses propriétés infectieuses. Le virus est, par contre, assez résistant à la chaleur et le flambage des tissus ne l'échauffe pas suffisamment pour altérer sa virulence.

Des contaminations de plantes entières réalisées un mois plus tard, à l'aide de jus de cultures nous ont permis de contrôler le résultat de l'opération. Nous avons pu nous rendre compte de cette manière que l'inoculation réussissait dans tous les cas.

5. *Étude comparative de la multiplication des virus dans les tissus cultivés* in vitro *et dans la plante entière.* — L'inoculation de jus provenant du broyage des tissus cultivés à de jeunes plants de Tabac, permet de constater que ces tissus renferment toujours le virus ; mais ce renseignement est purement qualitatif et ne permet pas d'apprécier la quantité de virus contenue dans les tissus. Lorsqu'on désire procéder au dosage du virus, on peut recourir par exemple à une réaction sérologique ; pour cela, on prépare un immunsérum de Lapin en injectant par voie intraveineuse à l'animal une préparation purifiée du virus de la Mosaïque du Tabac. Nous avons préféré à l'examen des floculations en tubes à hémolyse la méthode de Jermoljev et H. Ruska (1939). Une goutte de l'immunserum est mélangée sur la lame porte-objet du microscope avec une goutte de jus centrifugé de la culture éprouvée ; l'examen est ensuite réalisé à l'aide d'un microscope à fond noir. Cette microméthode, d'abord utilisée uniquement pour les diagnoses, se prête également au dosage du virus (43). La détermination de la plus grande dilution du jus virulent donnant encore un précipité perceptible (dilution limite) permet en effet de déterminer la teneur en virus de ce dernier par rapport à un témoin connu.

En nous servant de cette technique [1] nous avons entrepris de comparer la teneur en virus des deux souches de tissus sur lesquelles nous le cultivons (souche accoutumée et souche tumorale) avec la teneur des tissus d'une plante entière ; nous avons alors constaté que la teneur en virus d'un jus provenant de cultures de tissus de tumeur était 30 à 40 fois plus faible que celle d'un jus de feuille de Tabac infecté. Dans les tissus accoutumés la quantité de virus était encore moindre, si bien qu'on ne le décelait généralement pas avec le sérum utilisé, mais sa présence a pu être mise en évidence par des inoculations au *Nicotiana Tabacum* et au *Nicotiana glutinosa*. Ainsi le virus de la Mosaïque du Tabac se multiplie bien moins activement, dans les tissus tumoraux et accoutumés cultivés *in vitro* que dans la plante entière. Cette particularité est actuellement difficile à expliquer. Toutefois si l'on considère que, dans la plante entière, la teneur en virus des points végétatifs est beaucoup plus faible que celle des tissus différenciés, on peut admettre, à titre de simple hypothèse, que le caractère méristématique des tissus tumoraux et accoutumés leur confère des propriétés comparables à celles des méristèmes primaires.

IV. Culture du virus X de la Pomme de terre. — Le virus X est très répandu dans les plantations de Pommes de terre. A l'état isolé, il est d'ordinaire relativement peu

[1] Cette nouvelle méthode de dosage était en cours de mise au point au moment de notre étude et nous tenons à remercier Mlle Augier de Montgremier qui a obligeamment effectué nos dosages.

dangereux, et ne provoque qu'une légère mosaïque; mais, lorsqu'il est associé à d'autres virus, comme le virus A et surtout le virus Y, il produit des lésions plus sévères; on peut l'inoculer, par simple friction, à diverses Solanées, comme le Tabac, le Datura ou la Jusquiame.

1. *Culture sur tissu normal.* — Nous avons tenté de cultiver le virus dans des colonies de tissus normaux de Tabac. Pour cela, des tiges de jeunes plantes de Tabac inoculées par l'agent pathogène ont été mises en culture suivant notre technique habituelle, dans des milieux contenant de l'acide naphtyle-acétique à la concentration de 3.10^{-7}; les cals formés par les fragments ont été repiqués tous les deux mois dans des milieux contenant de l'acide naphtyle-acétique, à la concentration de 10^{-7}; la croissance s'est poursuivie lentement et irrégulièrement pendant dix-huit mois; à ce moment-là trois cultures ont alors été broyées, et le jus ainsi obtenu a été inoculé à de jeunes plantes de Tabac qui ne tardèrent pas à montrer les symptômes caractéristiques de la maladie lesquels consistent dans l'apparition de cercles décolorés sur les feuilles de la plante, que les auteurs de langue anglaise désignent sous le nom de Ring-Spot.

2. *Culture sur tissus de Crown-Gall.* — Nos cultures atteintes de virus X de la Pomme de terre n'ont pas présenté de phénomène d'accoutumance, et nous avons fini par perdre la souche après dix-huit mois de culture. Nous avons alors tenté de cultiver ce virus sur des tissus de Crown-Gall de Tabac qui se développent vigoureusement; pour cela, nous avons transmis ce virus à des colonies tissulaires saines par friction avec du carborundum, en utilisant la technique employée pour transmettre le virus de la Mosaïque du Tabac. Pour prélever le jus aseptique dans les pétioles de plantes malades, nous n'avons plus cette fois flambé ces organes, opération qui aurait risqué de détruire l'agent pathogène qui est assez fragile, mais nous les avons stérilisés par immersion d'une demi-heure dans une solution d'hypochlorite de calcium à 70 grammes par litre et nous en avons exprimé le jus dans un tube stérile après les avoir épluchés. Nous avons contrôlé le résultat de ces infections en inoculant quatre mois plus tard de jeunes plants de Tabac à l'aide du jus provenant de colonies traitées. Les plantes inoculées n'ont pas tardé à présenter les symptômes caractéristiques du virus X.

Nous avons cherché à déceler, par la méthode sérologique, la quantité de virus contenue dans ces cultures. Nous avons constaté qu'elle était très inférieure à celle des tissus de la plante entière; ainsi le virus X, comme le virus de la Mosaïque du Tabac, paraît incapable de se multiplier aussi activement dans les tissus tumoraux que dans les organes normaux.

3. *Culture sur tissus de Jusquiame.* — Nous avons également réussi à cultiver le virus X de la Pomme de terre sur des tissus de la racine de Jusquiame. La culture des tissus de cette plante a été l'objet des travaux de Gautheret et de Telle (71) et c'est pourquoi nous ne l'avons pas signalée dans la première partie de notre exposé. Pour réaliser ces cultures nous avons inoculé la maladie à de jeunes plantes dont nous avons ensemencé des fragments de racines comprenant du liber et du parenchyme vasculaire, en présence d'acide naphtyle acétique à la concentration de 10^{-6}; ils ont produit des cals très volumineux qui ont été repiqués trois fois sur des milieux renfermant deux fois moins d'hétéro-auxine (5.10^{-7}); ces tissus étaient en tous points identiques à ceux des cultures saines; seule l'inoculation de jus de jeunes plantes de Tabac a permis d'y caractériser le virus X.

Nous avons également cultivé ce virus sur des tissus de Crown-Gall de Jusquiame;

pour cela, nous avons inoculé le *Phytomonas tumefaciens* au niveau du collet de plantes porteuses du virus X. D'énormes tumeurs (Pl. XXI, fig. B) se sont développées au point d'inoculation ; nous en avons ensemencé des fragments, suivant notre technique ordinaire, sur des milieux dépourvus d'hétéroauxine ; leur développement a été d'abord excessivement rapide, puis s'est légèrement ralenti par la suite. Nous avons recherché, après six mois de culture, si ces tissus renfermaient toujours le virus. L'inoculation du jus extrait du broyage de deux colonies à de jeunes Tabacs a montré une réaction positive ; mais nous n'avons pu encore apprécier les teneurs en virus de ces deux types de tissus, et nous ignorons si le processus tumoral provoque dans ce cas une diminution de la teneur en virus comparable à celle que nous avons observée chez le Tabac.

V. Culture du virus Y de la Pomme de terre. — Le virus Y est surtout nuisible à la Pomme de terre. Les plantes atteintes présentent des symptômes très variables suivant la variété atteinte ; allant depuis la mosaïque légère à peine visible jusqu'à des nécroses brunes qui donnent aux feuilles un aspect bigarré et peuvent dans les cas graves provoquer leur chute.

Dans la nature, ce virus est transmis par divers Pucerons : notamment le *Myzus persicae*. Mais on parvient au laboratoire à l'inoculer par friction. C'est ce que nous avons tenté de faire en utilisant des cultures de tissus de tumeurs de Tabac. Pour cela, nous avons stérilisé des pétioles de Tabacs malades à l'hypochlorite de calcium, et après épluchage, nous en avons exprimé le jus virulent en les écrasant dans un tube à essais stérile. Nous avons ensuite inoculé le virus à des cultures de Crown-Gall de Tabac en opérant de la manière suivante : la colonie tissulaire était placée dans une boîte de Pétri stérile puis saupoudrée avec un peu de carborundum au préalable stérilisé à l'autoclave. Nous déposions ensuite une goutte de jus virulent sur la surface de cette colonie couverte d'abrasif et nous frottions très légèrement celle-ci avec une baguette de verre de façon à produire les lésions des cellules superficielles permettant la pénétration du virus.

Les cultures inoculées ont continué à proliférer normalement et quatre mois plus tard, alors que celles-ci avaient subi 2 repiquages, nous avons constaté la régularité de l'infection, en inoculant le jus de ces cultures à de jeunes tabacs, dont les feuilles ont présenté les symptômes caractéristiques de la maladie.

En résumé, ces essais, bien que très fragmentaires, nous ont montré la possibilité de maintenir *in vitro* sur des cultures de tissus, trois des principaux virus des solanées : le virus de la Mosaïque du Tabac, le virus X et le virus Y. Aucun de ces virus n'altère de façon sensible les tissus et ceux-ci continuent à proliférer de manière comparable aux tissus sains. Pourtant, nous avons pu vérifier dans certains cas, que, même après deux très longues périodes de culture *in vitro*, ils conservaient toute leur virulence. Nous avons enfin constaté que, dans le cas de la Mosaïque du Tabac, les tissus tumoraux et accoutumés renfermaient beaucoup moins de virus que les tissus de la plante entière et nous nous proposons d'étudier le mécanisme de cette diminution.

CHAPITRE V.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS.

Le but principal de notre travail a été d'obtenir la culture associée de tissus végétaux et de parasites obligatoires, incapables de se développer en dehors de leur hôte normal. Ces recherches nous ont amené à réaliser des cultures de tissus d'espèces très diverses qui, pour la plupart, n'avaient fait l'objet d'aucune tentative. Nous examinerons successivement les considérations générales suscitées par les principaux résultats que nous avons acquis sur cette question, puis celles relatives à nos essais de culture de divers agents pathogènes.

A. Considérations générales sur la culture des tissus. — Au moment où nous avons commencé nos recherches, on ne savait cultiver qu'un petit nombre de tissus normaux provenant tous d'organes tubérisés tels que les racines de Carotte, de Chou-Navet, d'Endive, de Scorsonère, ou le rhizome de Topinambour. Le développement normal de ces organes révèle une prolifération cellulaire exceptionnellement intense. Les variétés cultivées qui les produisent ont été sélectionnées par l'homme dans un but alimentaire depuis la plus haute antiquité et constituent en quelque sorte des anomalies puisque les formes sauvages dont elles dérivent, par exemple : la Carotte ou la Chicorée sauvages, ne forment pas de tels organes. Il y a une relation évidente entre cette faculté de tubérisation et l'aptitude de leurs tissus à proliférer *in vitro*, si bien que l'on pouvait se demander si les tissus d'autres espèces herbacées seraient susceptibles de fournir eux aussi des cultures durables. Nos recherches ont établi qu'il en est bien ainsi. Nous avons pu, en effet, réaliser la culture des tissus de diverses plantes herbacées, non tubéreuses comme le Muflier, la Mauve, le Tabac, mais cependant avec la plus grande difficulté.

Les végétaux ligneux à tige pérennante et les arbres en particulier manifestent également une grande activité cambiale qui se traduit principalement par la formation d'un tronc épais. Les premières tentatives de Gautheret ont porté sur la culture du tissu cambial de différents arbres, mais à l'époque à laquelle cet auteur réalisa ses premiers travaux, la technique n'était pas suffisamment avancée et c'est pourquoi il ne put obtenir de cultures indéfinies. Nos recherches ont établi que cette culture est possible et même relativement aisée. Ainsi, dans ce cas également, il semble bien y avoir une relation entre l'activité cambiale d'une espèce et son aptitude à proliférer *in vitro*. Nous avons réalisé en outre un troisième type de cultures de tissus en partant de fragments de lianes diverses, Vigne, Vigne-vierge, *Cissus*, Ronce. Enfin, nous avons obtenu le développement *in vitro* de nombreux tissus de Crown-Gall : Vigne, Tabac, Abutilon, Jusquiame, confirmant ainsi les résultats obtenus par White et Braun (80-81) sur le Soleil, la Pervenche de Madagascar et, plus récemment, par Gautheret (25-26) sur le Topinambour et la Scorsonère.

Nos recherches ont donc établi que la technique des cultures de tissus peut être généralisée à un grand nombre de Dicotylédones et que l'on peut cultiver non seulement des tissus plus ou moins pathologiques, mais aussi des tissus vraiment normaux.

L'observation des cultures d'un très grand nombre d'espèces nous a permis de constater qu'il n'existe pas de relation entre la faculté de proliférer *in vitro* et la position des espèces dans la classification. C'est ainsi que les tissus de la plupart des Ampélidées prolifèrent vigoureusement *in vitro*, tandis que ceux de quelques espèces comme : *Tetrastigma voinieriana* ne se développent pas du tout. De même les Ronces que nous avons étudiées nous ont fourni aisément des cultures durables, alors que nous avons été incapable d'en obtenir avec le Rosier. Il ne paraît pas non plus y avoir de lien entre les caractères morphologiques des néoformations obtenues *in vitro* et la position systématique des plantes ayant servi à réaliser les cultures. Nous avons en effet observé chez les diverses lianes de la famille des Ampélidées des types de croissance très différents. Les tissus des tiges de la Vigne indigène, *Vitis vinifera*, possèdent une polarité très marquée qui se traduit par la formation de cals uniquement sur la face radicale des fragments, tandis que celles de *Parthenocissus tricuspidata* en paraissent dépourvues et prolifèrent en n'importe quelle région des explantats. Une différence analogue s'observe entre les cultures de Ronce et d'Aubépine qui appartiennent toutes deux à la même famille. De même les deux *Parthenocissus* que nous avons étudiés prolifèrent très différemment. Les fragments de tige de *P. quinquefolia* produisent une grande quantité de racines, tandis que ceux de *P. tricuspidata* n'en forment que rarement. Signalons enfin que les tissus de Ronce se développent bien à l'intérieur du milieu de culture, alors que le contact de ce dernier inhibe totalement la croissance de ceux d'autres rosacées comme l'Aubépine. Ainsi, on ne peut déduire des résultats obtenus sur une plante, le mode de développement d'une autre, même très voisine, et encore moins les généraliser à toute une famille.

Nous avons constaté une étroite relation entre la faculté de proliférer *in vitro* et l'activité de la plante dont proviennent les tissus mis en culture. Signalons en effet qu'en pratiquant des prélèvements sur des plantes à diverses périodes de leur cycle végétatif, nous avons en général constaté que plus les tissus se développent activement dans la plante entière et mieux ils prolifèrent *in vitro*. C'est ainsi que l'on obtient les meilleurs résultats en mettant en culture des fragments de tige de Vigne ou de Vigne-vierge en mai-juin, au moment où la croissance de la plante est la plus active, alors qu'en automne, quand la végétation est arrêtée, ces mêmes fragments d'organes cessent de se développer; de même les tissus de Mauve ne prolifèrent *in vitro* que s'ils proviennent d'une plante très jeune n'ayant pas encore fleuri. Pourtant, dans certains cas, des tissus âgés sont au contraire capables de s'accroître *in vitro* plus activement que de très jeunes tissus. C'est ainsi que lorsqu'on prélève des fragments de tige de Tabac au moment de la floraison de la plante, on constate qu'ils produisent des cals plus volumineux que les extrémités de très jeunes tiges. Enfin, il semble également exister une relation entre la puissance de développement d'une espèce et l'activité de la croissance de ses tissus *in vitro*. C'est ainsi que le *Parthenocissus tricuspidata*, qui est une liane à végétation exubérante, produit des cultures qui s'accroissent en deux mois de plus de 3 grammes, alors que celles de *Cissus incisa*, plante dont le développement est très réduit, n'augmentent pendant la même période que de quelques centaines de milligrammes.

Nous avons étudié l'action des hétéroauxines sur tous les tissus que nous avons cultivés; cette étude nous a permis de constater, conformément aux résultats de Gautheret, que ces substances stimulent leur développement dans la plupart des cas. Ceux de certaines espèces, comme le *Parthenocissus tricuspidata*, ne prolifèrent pas du tout sans hétéroauxine, mais par contre, en présence de ce produit, on peut réaliser leur culture sans difficulté. D'autres, comme ceux de *Vitis vinifera*, se développent

pendant un certain temps sans facteur de croissance, mais on ne peut obtenir de cultures durables qu'après avoir fait agir de l'hétéroauxine sur les tissus. Les effets que produit cette substance varient avec la concentration; si l'on utilise des doses progressivement croissantes, on observe successivement une stimulation de l'activité cambiale et une activation de la division cellulaire pour des concentrations inférieures à 10^{-7}, puis à partir de 5.10^{-7} chez les espèces capables de produire des racines, une rhizogénèse intense; enfin, au-dessus de 10^{-6}, on décèle des troubles physiologiques qui se traduisent par l'accroissement isodiamétrique des cellules et la désorganisation des tissus. Ces différentes actions ne se manifestent pas de la même manière sur toutes les plantes, car les différentes espèces sont inégalement sensibles aussi bien aux actions excitoformatrices qu'aux effets toxiques des hétéroauxines, de telle sorte qu'elles ne peuvent manifester cette action stimulante que si elle n'est pas masquée par des troubles physiologiques plus ou moins marqués suivant la sensibilité propre de l'espèce.

Ainsi, chez le Lilas, l'influence excitoformatrice de l'hétéroauxine est nette, car cette plante manifeste une grande activité cambiale et est peu sensible à l'action toxique du produit Chez la Guimauve, au contraire, l'activité cambiale est très faible et les tissus prolifèrent peu, même en présence de fortes doses de substances de croissance. Chez d'autres espèces, comme le Tabac, l'action sur la division cellulaire existe bien, mais elle est masquée par des troubles physiologiques qui se manifestent déjà pour des teneurs relativement faibles en substances de croissance. Enfin, d'autres plantes, comme la Glycine, paraissent absolument insensibles à l'action excitoformatrice des hétéroauxines, tout au moins aux doses que nous avons utilisées. Or, nous avons remarqué que l'on ne parvient à cultiver aisément *in vitro* que les tissus des espèces sur lesquelles l'action cambiogène se manifeste nettement comme la Vigne, le Lilas, l'Aubépine; la culture de tissus des autres espèces comme la Guimauve, le Tabac ou la Glycine est très difficile à réaliser ou même impossible.

Malgré leur grande activité, les hétéroauxines ne suffisent pas toujours à obtenir des cultures durables. Dans certains cas, nous avons dû recourir à d'autres facteurs de croissance qui n'avaient jamais encore été employés pour la culture des tissus comme le méso-inositol, la biotine et l'acide *d*-pantothénique. Certaines de ces substances comme l'acide *d*-pantothénique stimulent considérablement la prolifération des tissus, mais, faute d'expériences précises, nous ne pouvons affirmer qu'elles soient absolument indispensables à leur croissance.

Nos recherches nous ont, en outre, permis de constater qu'au cours de la culture en présence d'hétéroauxine, les tissus se modifient profondément. Leur aspect extérieur, leur consistance, leur couleur même changent peu à peu; en même temps la croissance qui était irrégulière s'améliore et devient plus homogène. Lorsque nous avons alors comparé de façon précise les réactions des tissus normaux développés sur la plante à celles de ces tissus cultivés un certain temps en présence d'hétéroauxine, nous avons constaté que ceux-ci subissent des transformations importantes. La première de ces transformations est une sensibilisation des tissus à l'hétéroauxine. Elle est caractérisée par le fait que les tissus qui l'ont subie commencent à réagir à des doses de substance de croissance de dix à cent fois plus faibles que celles auxquelles sont sensibles les tissus normaux. En outre, la prolifération des tissus sensibilisés est inhibée par des doses qui, auparavant, provoquaient un développement exubérant. Cette transformation est très rapide. Elle se produit au cours du premier passage et, chez les espèces qui la subissent, elle est très constante. Toutes les colonies cellulaires traitées présentent cette modification que l'on peut reproduire à volonté. De plus, elle apparaît avantageuse

pour les tissus qui, après l'avoir subie, prolifèrent plus régulièrement. Gautheret (21), en étudiant l'action de l'acide indole acétique sur les tissus de Topinambour, a constaté un phénomène de sensibilisation analogue. Mais, dans ce cas, les tissus sensibilisés, au lieu de proliférer plus régulièrement, se développaient très mal et finissaient par mourir.

La seconde transformation que nous avons rencontrée est une perte de sensibilité vis-à-vis de l'action excitoformatrice de l'hétéroauxine. Les tissus qui l'ont subie deviennent en outre capables de se développer très intensément en l'absence de ce facteur de croissance. Contrairement au précédent, ce deuxième type de transformation apparaît sporadiquement après une période de culture indéterminée. On ne peut le reproduire à volonté. Il possède un caractère local et instantané qui évoque une mutation. Cette modification paraît n'affecter tout d'abord qu'une seule cellule ou qu'un très petit groupe de cellules qui se mettent à se multiplier très activement et forment sur la culture un mamelon qui présente généralement un aspect très différent du reste du cal. Alors que les tissus normaux sont le plus souvent fermes, compacts et opaques, les tissus accoutumés deviennent fragiles, mous et translucides, ce qui permet à un observateur averti de les repérer immédiatement.

Cette seconde transformation est, elle aussi, avantageuse pour les tissus qui la subissent, car ceux-ci se développent alors plus activement et surtout plus régulièrement. C'est ainsi que ceux de certaines espèces comme la Mauve et le Tabac, ne prolifèrent bien qu'après avoir été accoutumés à l'hétéroauxine.

Les caractères des tissus accoutumés les rapprochent beaucoup de ceux des tissus de Crown-Gall. En effet, White et Braun (80-81) ont pu montrer en étudiant des cultures de tissus de Soleil et de *Vinca rosea* que les tissus tumoraux se distinguent des tissus normaux par toute une série de caractères. Ils forment des colonies friables, translucides, capables de proliférer indéfiniment en l'absence d'hétéroauxine et sont insensibles à l'action excitoformatrice de ces substances. Gautheret a confirmé ces résultats sur le Topinambour. En ce cas, la différence est particulièrement accentuée, car les tissus normaux de cette espèce sont absolument incapables de se développer *in vitro* sans hétéroauxine.

White et Braun ont, en outre, montré que les tissus tumoraux sont capables de se développer d'une façon exubérante et anarchique non seulement *in vitro* mais également *in situ*. Si l'on greffe, en effet, sur une tige normale un fragment de tissu tumoral cultivé *in vitro*, il continue à proliférer et reforme une tumeur alors que, dans les mêmes conditions, un fragment de tissu normal ne se développe pas. Camus et Gautheret (9-10) ont constaté, d'autre part, en greffant sur des fragments de racines de Scorzonère des tissus normaux accoutumés et tumoraux, que les greffons constitués par des fragments de colonies de Crown-Gall ou de tissus accoutumés s'accroissent d'une manière exubérante pour donner des sortes de tumeurs, tandis que les fragments de colonies normales ne prolifèrent que d'une manière insignifiante. Ainsi les tissus accoutumés à l'hétéroauxine ont en commun avec les tissus de Crown-Gall toute une série de propriétés tumorales, dont les plus remarquables sont : le pouvoir de proliférer sans frein *in vitro* en l'absence de substances de croissance et de former *in situ* des masses de tissus anarchiques qui échappent au contrôle de l'organisme. Nous avons nous-même pu comparer dans le cas de la Vigne, ces trois catégories de tissus : normal, tumoral et accoutumé. Ces deux derniers, c'est-à-dire le tissu tumoral et le tissu accoutumé, paraissent avoir les mêmes propriétés physiologiques et diffèrent profondément du tissu normal par le fait qu'ils prolifèrent sans frein en l'absence d'hétéroauxine et sont insensibles à son action excitoformatrice ; pourtant, leurs caractères morphologiques et anatomiques

ne paraissent pas tout à fait identiques. Les tissus accoutumés forment des masses plus transparentes, plus fragiles que les tissus tumoraux qui demeurent fermes quoique moins compacts que les tissus normaux. En outre, les tissus accoutumés sont constitués par un parenchyme entièrement homogène qui s'accroît d'une manière diffuse, tandis que l'accroissement des colonies tumorales est bien différente. La prolifération intense de ces dernières est due au recloisonnement actif d'une zone méristématique située à la périphérie des cals. Enfin, ces tissus ne sont pas entièrement indifférenciés, mais produisent parfois quelques îlots lignifiés. Ces caractères nous amènent à penser que, dans le cas de la Vigne, le phénomène d'accoutumance est une véritable transformation tumorale ; toutefois, cette transformation n'est pas entièrement identique à celle que provoque le *Phytomonas tumefaciens*.

Nous avons songé à utiliser la facilité avec laquelle prolifèrent les tissus de Crown-Gall pour obtenir plus facilement des cultures de tissus d'espèces dont les tissus normaux se développent mal ou sont même incapables de s'accroître *in vitro*.

Nous avons ainsi isolé sans difficulté des souches de tissus de Tabac et d'Abutilon qui prolifèrent vigoureusement. Cet artifice peut donc permettre d'obtenir des cultures à partir d'espèces dont les tissus ne prolifèrent pas normalement *in vitro*. Mais il ne faut pas perdre de vue le fait que les cultures de ce type sont très différentes des tissus normaux.

Nous allons évoquer, pour terminer, les réflexions générales que nous suggère l'étude de la structure anatomique de nos cultures. Les premiers travaux de Gautheret (17) ont montré qu'il existe un antagonisme très net entre la croissance et la différenciation. Nos recherches confirment cette assertion. C'est ainsi que dans les cultures de Vigne, les formations très différenciées dérivant des zones génératrices apparaissent dans les régions où la croissance est peu active. De même, les cals qui se forment lentement sans hétéro-auxine sont plus différenciés que ceux qui se développent rapidement sous l'action de ce produit.

Nos observations anatomiques ont également révélé que les tissus isolés prolifèrent d'une façon très différente de ceux qui font partie d'une plante entière. Ceci n'a rien de surprenant à première vue puisqu'en les isolant on les soustrait aux phénomènes de corrélations auxquels ils sont normalement soumis. Leur structure semble alors échapper à un plan d'organisation et se présente comme particulièrement anarchique. Ils se différencient notamment d'une façon tout autre, soit en formant des zones génératrices aberrantes, des nodules libéro-ligneux plus ou moins irréguliers, ou même des groupes de cellules ligneuses isolées. Remarquons toutefois que, si presque tous les tissus cultivés *in vitro* se différencient, il existe pourtant divers degrés de différenciation. Certains tissus le sont à peine. Ils forment des masses de parenchyme homogène où l'on rencontre de très rares îlots de cellules ligneuses ou quelques nodules cribrovasculaires. Ce sont les tissus de plantes ligneuses qui présentent cette structure ; par exemple celles de Lilas, d'Aubépine ou même de Vigne. Rappelons, en effet, que les énormes cals qui se forment sur les tiges de Lilas demeurent entièrement parenchymateux, alors que la plus grande partie de la plante entière est formée de bois. D'autres tissus, au contraire, se différencient notablement au cours de la culture pour former de nombreux nodules cribrovasculaires qui prennent parfois une grande extension. Ce second type de structure correspond aux tissus des plantes herbacées. Dans certains cas, comme chez les Malvacées, les formations libéro-ligneuses apparaissent très tôt et forment à elles seules la plus grande partie des cals. Il est difficile d'expliquer ce phénomène qui, à première vue, peut sembler anormal. Nous pensons qu'il est peut-être causé par l'antagonisme

qui existe entre la croissance et la différenciation. Les tissus des plantes herbacées que nous avons étudiées ont, en effet, une activité cambiale très faible et de ce fait prolifèrent lentement, ce qui peut expliquer qu'ils se différencient beaucoup lorsqu'on les cultive *in vitro*; au contraire, les tissus de plantes ligneuses ont tous une très forte activité cambiale et, comme ils se développent très rapidement *in vitro*, ils demeurent peu différenciés.

L'étude des cultures nous a également montré que les formations cribro-vasculaires qui apparaissent au cours de la différenciation des tissus cultivés *in vitro* peuvent prendre des aspects variés: chez la plupart des espèces que nous avons étudiées, elles se présentent sous la forme de nodules cribro-vasculaires plus ou moins circulaires qui apparaissent dans certains cas (Tabac, Aubépine) aussi bien dans les cals primitifs que dans les tissus repiqués. Ces nodules sont composés d'une partie centrale formée de vaisseaux aberrants généralement disposés sans ordre, entourée d'une zone génératrice circulaire qui donne naissance vers l'extérieur du nodule à des tubes criblés. Nous pouvons considérer cette disposition comme normale, puisqu'elle rappelle celle qui est réalisée dans les tiges et les racines des Dicotylédones où les massifs vasculaires sont entourés de liber. Les dimensions de ces formations sont limitées dans les cals primitifs, mais elles peuvent prendre une grande extension dans les tissus repiqués de certaines plantes comme le Mufflier. Chez d'autres espèces comme la Mauve, les nodules libéro-ligneux ne se forment que dans les tissus repiqués. La structure du cal primitif produit par un fragment de tige est en effet tout autre. On y rencontre une longue zone génératrice qui, au lieu de se cycliser, se raccorde de chaque côté à la zone génératrice préexistante de la tige et produit des vaisseaux du côté des formations vasculaires préexistantes, c'est-à-dire vers l'intérieur du cal, et du liber vers l'extérieur. Lorsqu'on repique ces cals primitifs, la zone génératrice est désorganisée par la croissance des tissus; elle se fragmente en différentes parties qui se cyclisent et forment alors des nodules cribrovasculaires typiques. Ce type de structure correspond à celui que Gautheret a signalé dans le parenchyme vasculaire de Carotte cultivé *in vitro*.

La Vigne nous a enfin montré un troisième type de structure. Les tissus de cette espèce ne forment jamais de nodules cribrovasculaires, même au cours des repiquages successifs. Les zones génératrices ne se cyclisent jamais et sont en outre remarquables par leur orientation inversée; les vaisseaux se forment constamment sur leur face externe et les tubes criblés sur leur face interne aussi bien dans les cals primitifs que dans les cultures anciennes ayant subi de nombreux repiquages.

Signalons aussi que l'étude des trois types de tissus normaux, tumoraux et accoutumé révèle, en général, des structures anatomiques distinctes.

C'est ainsi que dans le cas de la Vigne nous avons vu que dans les tissus normaux apparaissent constamment de longues zones génératrices inversées; les cultures de tissus tumoraux de cette espèce sont constitués d'un parenchyme à grandes cellules à la périphérie duquel on rencontre une région formée de plusieurs assises cellulaires en voie de multiplication intense. Ce parenchyme est presque entièrement homogène et ne renferme que quelques rares îlots de cellules ligneuses. Enfin les tissus accoutumés sont formés d'un parenchyme entièrement homogène ne se différenciant jamais. C'est d'ailleurs le seul exemple connu de culture de parenchyme à l'état pur. Si on le cultive en présence d'hétéroauxine à faible concentration (5.10^{-8}), ses cellules présentent une tendance marquée à s'arrondir et à se séparer les unes des autres. Les cultures présentent alors la consistance d'une purée qui s'étale à la surface du milieu. Elles demeurent cependant vivantes et l'on peut repiquer aisément ces tissus en prélevant avec la pointe

d'un scalpel un peu de cette gelée que l'on porte sur un milieu neuf où elle continue à s'accroître. Nous pensons qu'il y a peut-être là une voie nouvelle permettant de réaliser la culture de cellules isolées de plantes supérieures.

Dans le cas du Tabac, les tissus normaux s'accroissent d'une manière diffuse par la multiplication des cellules indifférenciées des parenchymes qui les composent. Ces tissus renferment de très nombreux nodules cribo-vasculaires qui s'étendent très peu. Les tissus tumoraux ont une structure analogue, mais ils sont moins différenciés et les éléments ligneux qu'on y observe n'y sont pas associés à des tubes criblés; on n'y rencontre donc pas de formations cribo-vasculaires, mais uniquement des vaisseaux aberrants. Les tissus accoutumés ont une structure intermédiaire, ils sont moins différenciés que les tissus normaux, on y rencontre de véritables formations cribro-vasculaires; mais les éléments criblés y sont plus rares que dans les cultures de tissus normaux.

Dans le cas de la Vigne-vierge et de la Mauve nous n'avons pu comparer que la structure des tissus normaux et accoutumés et nous avons pu constater qu'elles différaient profondément.

Les tissus des colonies normales sont composés d'un parenchyme régulier renfermant des formations cribro-vasculaires. Ce parenchyme prolifère lentement et d'une façon diffuse; au contraire les colonies qui ont subi le phénomène d'accoutumance renferment beaucoup moins de formations cribro-vasculaires et s'accroissent d'une manière très différente; on distingue en effet dans les régions indifférenciées du parenchyme des plages en voie de multiplication active. Ces plages s'accroissent indépendamment les unes des autres et forment des amas de nodules sans cohésion qui se séparent les unes des autres, ce qui donne aux colonies de Vigne-vierge ou de Mauve une consistance friable.

Ainsi il n'existe pas de structure caractéristique de chacune des trois catégories de tissus, normaux, tumoraux et accoutumés. Mais pour chaque espèce chacune de ces trois catégories présente une structure et un mode de croissance spécial.

B. Considérations générales sur la culture des parasites obligatoires. — 1° *Cultures de champignons parasites.* — Comme toutes les sciences biologiques, la pathologie végétale est demeurée très longtemps une science d'observation. Les premiers auteurs qui ont étudié les maladies des plantes se sont en effet contentés de décrire les organismes parasites, de les classer et d'enregistrer les lésions qu'ils produisent. A ce stade purement descriptif a succédé une étude plus approfondie faisant appel à des méthodes expérimentales. On a alors tenté de connaître le mode de reproduction des champignons parasites, leur cycle végétatif; plus tard encore les phyto pathologistes ont étudié les conditions de propagation des maladies et cherché à les enrayer par des moyens très empiriques. Puis, tout récemment, ils ont enfin essayé d'étudier les relations physiologiques qui s'établissent entre le parasite et l'hôte. Ces relations sont plus ou moins étroites. Certains comme les *Botrytis* ou les *Fusarium* ne sont pas nécessairement parasites. On les rencontre non seulement sur des plantes vivantes qu'ils tuent en secrétant des substances toxiques, mais encore sur n'importe quels débris végétaux où ils vivent en saprophytes. D'autres, plus spécialisés, comme le Mildiou de la Pomme de terre, les Tavelures des arbres fruitiers, les Ustilaginales, ne se rencontrent que sur des espèces bien déterminées, et non sur des débris désorganisés, mais sont néanmoins capables de se développer à partir de substances inertes convenablement choisies, si bien qu'on peut les cultiver *in vitro* sur des milieux analogues à ceux que l'on emploie pour les espèces purement saprophytes.

En ce cas, si l'on examine de près la nature de ces relations, on remarque que le développement d'un parasite sur une plante exige que celle-ci le tolère et qu'elle lui fournisse en outre les éléments nécessaires à la croissance.

Ainsi, la Tavelure du Poirier n'attaque que le Poirier. Elle est incapable de se développer sur des genres très voisins comme le Pommier ou le Cerisier, parce que ces plantes se défendent par un mécanisme humoral. Néanmoins, ces espèces possèdent toutes les substances nutritives nécessaires au développement de ce champignon, car il suffit de l'ensemencer sur un jus de pommes ou de cerises pour le voir croître vigoureusement.

Enfin ces relations peuvent devenir, quelquefois, tellement étroites, que non seulement le parasite n'attaque que des végétaux appartenant à une seule espèce ou à un seul genre, mais qu'il lui est même impossible de se développer en dehors des tissus vivants de ces plantes. Il peut paraître singulier que le parasite ne puisse trouver dans les cellules mortes les éléments nutritifs qu'il puise normalement dans les cellules vivantes ; pour expliquer ce phénomène on peut envisager plusieurs hypothèses. L'arrêt de croissance du parasite au moment de la mort de la plante hôte peut être due à une modification de la constitution chimique des cellules au moment de leur mort, modification qui provoquerait la formation de substances toxiques pour le champignon. Cet arrêt de croissance serait alors dû à un phénomène d'inhibition comparable à celui qui cause la mort d'un tissu végétal lorsqu'on le met en présence d'un extrait de plante quelconque ou même en certains cas d'une substance protéïque comme la peptone. Si cette hypothèse est exacte, on ne peut espérer réaliser sa culture sur des milieux naturels, mais uniquement sur des milieux synthétiques. Mais il est plus vraisemblable d'attribuer cet arrêt de développement à un trouble de nutrition. La prolifération du mycélium peut nécessiter des substances de croissance contenues dans les tissus vivants, mais se détruisant rapidement après leur mort. Par exemple des produits intermédiaires du métabolisme cellulaire qui disparaissent quand celui-ci cesse. En ce cas, sa culture deviendra possible quand nos connaissances de la biochimie de la cellule permettront l'isolement de ces substances. Enfin le parasite peut avoir besoin comme support du milieu colloïdal spécial qu'il trouve dans le protoplasme, et, en ce cas, il n'y aurait que peu d'espoir de pouvoir le cultiver en dehors des tissus vivants.

La spécificité des Urédinées hétéroïques pose un problème spécial. Pour expliquer que la même espèce ne puisse se développer que sur deux hôtes souvent très différents comme un Gymnosperme et une Dicotylédone, ou une Monocotylédone et une Dicotylédone, il faut admettre soit que les deux phases du cycle végétatif ont un métabolisme très différent, soit que les deux hôtes possèdent un caractère commun qui nous échappe. Ce caractère peut être, soit une déficience du mécanisme de défense humorale commun à deux plantes, soit la réalisation d'un mode de nutrition propre au champignon chez ces deux espèces.

Après avoir ainsi évoqué quelques idées générales relatives aux possibilités de cultiver des champignons strictement adaptés à la vie parasitaire, nous allons rappeler les résultats de nos essais de culture. La technique des cultures associées de tissus et de champignons parasites nous a permis d'obtenir la culture *in vitro* de deux espèces, le Mildiou et l'Oïdium de la Vigne. Ce résultat a été pénible à obtenir. Les difficultés que nous avons rencontrées provenaient tout d'abord de l'obtention aseptique des spores du parasite et ensuite de l'infection des cultures par ces spores. Il est en effet relativement facile d'isoler une espèce saprophyte, car le mycélium se développant avec vigueur sur

des milieux artificiels peut servir de point de départ à des cultures. Il suffit souvent de le prélever aseptiquement dans les parties profondes des tissus ; lorsque cela est impossible, on a toujours la ressource d'ensemencer des spores et, si l'on n'obtient pas immédiatement des cultures pures, on peut, par des repiquages successifs, éliminer les impuretés qui contaminent le milieu. Il n'en est pas de même avec des tissus cultivés *in vitro*. La moindre spore de champignon saprophyte, la moindre bactérie se développe sur la gélose et les tissus ne tardent pas à être tués. Il devient impossible de les éliminer, d'où la nécessité absolue de partir d'un matériel non contaminé. Cette difficulté n'est cependant pas la principale, car nous avons montré dans chaque cas particulier que l'on pouvait, par divers artifices, prélever aseptiquement des spores ; toutefois, il n'existe aucune méthode vraiment générale.

L'infection des tissus est plus délicate à réaliser. Il semble que le Mildiou et l'Oïdium de la Vigne pénètrent plus difficilement à l'intérieur des tissus peu différenciés comme ceux que l'on obtient en culture que sur des organes comme les feuilles ou les tiges.

Ces difficultés sont plus grandes encore avec les Urédinées et expliquent les échecs que nous avons rencontrés. Ils ne sont pas dus, croyons-nous, à une impossibilité pour le champignon de se développer à l'intérieur des tissus cultivés *in vitro*, mais plutôt à un mauvais mode opératoire. Dans tous les cas, les échecs provenaient de notre ignorance du mode d'inoculation naturel. Ils ne sont d'ailleurs pas définitifs, car les circonstances de nos échecs nous ont, au contraire, suggéré des moyens de parvenir à de meilleurs résultats. Nous pensons qu'une solution relativement facile de la culture des Urédinées consisterait à faire des cultures à partir d'organes déjà contaminés, porteurs d'une infection à l'état latent. Cette méthode n'est évidemment pas applicable dans tous les cas, car le thalle de beaucoup d'espèces est très petit et n'apparaît souvent que dans des régions spécialisées dont les tissus ne peuvent être cultivés, comme c'est le cas pour les feuilles. Parfois, cependant, l'infection peut se généraliser à toute la plante et dans ce cas la culture de tissus permettrait sans doute d'obtenir *in vitro* le développement d'Urédinales, de suivre la formation de leurs appareils reproducteurs si variés et d'en étudier le déterminisme.

2° *Cultures des Virus.* — Le problème posé par la culture des virus est très différent de celui que nous venons d'évoquer à propos de la culture des champignons parasites obligatoires : si l'on peut en effet malgré tout espérer réaliser la culture de ces derniers sur des milieux inertes, il n'en est pas de même pour les agents pathogènes. Il est évidemment impossible de concevoir leur multiplication en dehors de la cellule vivante puisqu'ils ne sont pas à proprement parler des êtres vivants, mais plutôt des substances dérivant d'une déviation du métabolisme. On peut tout au plus espérer en réaliser la synthèse si toutefois on en découvre qui possèdent une structure plus simple que ceux que l'on connaît actuellement. Nous avons montré que la technique des cultures de tissus permet de cultiver au laboratoire certains virus et indiqué les avantages matériels de ces cultures. Nous ne considérons pas cependant la réalisation de ces cultures comme le but définitif de nos recherches. Nous y voyons plutôt un moyen d'investigation nouveau pour étudier ces agents pathogènes. Sur aucune de nos cultures nous n'avons observé les symptômes caractéristiques de la maladie et, dans chaque cas nous étions obligé de recourir à des inoculations pour contrôler la présence du virus. La croissance des colonies ne paraissait pas non plus être affectée par le parasite. Ceci semble dû au fait que les virus que nous avons étudiés ne causent au Tabac que des lésions bénignes. Nous pensons qu'il y aurait lieu d'étudier sur d'autres plantes

l'action de virus provoquant des troubles plus graves, tels que des nécroses locales ou un ralentissement prononcé de la croissance.

Enfin, les cultures de tissus qui sont toujours réalisées en milieu entièrement synthétique constituent un matériel de choix pour l'étude de la formation de ces protéines si spéciales. Il doit être possible d'en étudier la synthèse *in vitro* en fonction de la nutrition des tissus et d'envisager également l'action de substances bien définies telles que celles qui constituent leur molécule sur leur synthèse.

La culture du virus de la Mosaïque du Tabac nous a montré une diminution considérable de la multiplication de cet agent pathogène dans les tissus tumoraux et accoutumés. Pour expliquer que les tissus de Crown-Gall ou ceux qui ont subi le phénomène d'accoutumance renferment de trente à quarante fois moins de virus que les tissus de la plante entière, nous avons tout d'abord imaginé que l'auxine normalement contenue dans les tissus pouvait troubler la synthèse du virus. On a reconnu en effet que les tissus tumoraux et accoutumés synthétisent davantage d'auxine que les tissus normaux. Mais, cette hypothèse nous paraît cependant fragile, car les recherches d'Avery ont montré que les feuilles de Tabac sain contiennent des quantités importantes d'auxine.

On peut également admettre que cette faible teneur des tissus tumoraux et accoutumés en virus est provoquée par la rapidité avec laquelle ceux-ci prolifèrent. Dans les tissus cultivés *in vitro*, comme dans la plante entière, il y a en effet un antagonisme entre la prolifération des cellules et leur pouvoir d'élaboration. Les tissus méristématiques en voie de multiplication active produisent peu de métabolites ou de produits d'excrétion. Les colonies tissulaires qui s'accroissent activement élaborent également très peu de ces substances. Si le virus, comme on l'admet souvent, est un produit d'élaboration de la cellule, on conçoit que les tissus tumoraux et accoutumés qui se développent d'une façon exubérante n'en élaborent que très peu. Ces hypothèses sont toutefois provisoires et nécessitent, pour être vérifiées ou infirmées, de nouvelles recherches expérimentales, que nous nous proposons d'entreprendre sans tarder.

C. Conclusions. — Arrivé au terme de cet exposé, il nous paraît utile de mettre en relief les principaux résultats que nous avons obtenus au cours de notre travail. Ceux-ci peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Des fragments de tiges de diverses Lianes de la famille des Ampélidées (*Vitis, Parthenocissus, Cissus*) et des Rosacées (*Rubus*) ensemencés dans des milieux synthétiques composés d'une solution minérale glucosée solidifiée par de la gélose et renfermant en outre diverses substances de croissance (cystéine, aneurine et hétéroauxine) prolifèraient activement pour former des cals volumineux; toutefois, les tissus d'autres lianes (*Wisteria, Clematis, Hedera*), ne se développent pas dans ces conditions.

La croissance *in vitro* de fragments de tiges de la plupart de ces lianes (*Vitis*) présente une polarité très nette se manifestant par le fait que, seule, l'extrémité radicale des explantats se développe ; les tissus d'autres espèces (*Parthenocissus*) paraissent dépourvus de cette propriété. La structure anatomique des néoformations est très variée ; dans certains cas (*Rubus*) le cal demeure indifférencié ; dans d'autres cas (*Cissus*) il renferme des nodules cribrovasculaires. Enfin, à la périphérie des néoformations produites par les tiges de *Vitis* apparaissent de longues zones génératrices qui ont une orientation inversée et produisent des vaisseaux vers l'extérieur et du liber vers l'intérieur du cal.

2° Des fragments de tissu cambial ou des tronçons de tiges de divers arbres : *Cra-*

taegus, Pyrus, Syringa, se développent dans les mêmes conditions en produisant des formations analogues à celles que nous avons observées sur des tiges de Lianes. Les tiges de ces espèces présentant une polarité très nette et les néoformations obtenues *in vitro* sont très peu différenciées.

3° Des fragments de tiges aériennes de diverses plantes herbacées, *Antirrhinum, Malva, Althea, Nicotiana,* ensemencés sur le même milieu, prolifèrent également très vigoureusement. Les tiges de toutes ces plantes possèdent aussi une polarité très accentuée. Mais le parenchyme des cals qu'elles produisent se différencie très tôt; on y observe soit de longues zones génératrices raccordées à la zone génératrice normale de la tige et formant des vaisseaux à l'intérieur du cal du côté du bois préexistant et du liber vers l'extérieur (*Malva*), soit de nombreux nodules cribro-vasculaires (*Nicotiana*).

4° Nous avons observé que, lorsqu'on repique les cals obtenus en cultivant *in vitro* des fragments de tiges de ces trois catégories de végétaux : lianes, plantes ligneuses, et plantes herbacées, sur des milieux renfermant de l'hétéroauxine, ils continuent à se développer et paraissent capables de proliférer d'une manière indéfinie. Nous avons pu ainsi isoler des souches de cultures de tissus de divers *Vitis, Parthenocissus, Rubus,* de *Crataegus monogyna, Pyrus communis, Syringa vulgaris, Antirrhinum majus, Malva sylvestris,* divers *Althea* et *Nicotiana Tabacum.*

5° L'étude de l'action de l'hétéroauxine sur les tissus de *Vitis vinifera* et de *Parthenocissus tricuspidata* nous a permis de montrer qu'en présence de cette substance à concentration convenable ceux-ci subissaient successivement deux types de transformations : la première est caractérisée par le fait que les cellules deviennent capables de proliférer faiblement mais indéfiniment sans hétéroauxine en même temps qu'elles manifestent une exaltation de leur sensibilité vis-à-vis de cette substance. La seconde transformation consiste dans le fait que les cellules deviennent capables de se multiplier très intensément, même en l'absence d'hétéroauxine, mais perdent leur sensibilité vis-à-vis de l'action excitoformatrice de ce produit; cette seconde transformation est accompagnée de modifications morphologiques et anatomiques très caractéristiques; elle est analogue au phénomène décrit par Gautheret sur les tissus de Carotte et de Scorsonère sous le nom d'accoutumance à l'hétéroauxine. Les tissus de *Malva sylvestris* et *Nicotiana tabacum* subissent également cette seconde transformation et leur culture qui était très délicate à réaliser devient alors beaucoup plus facile.

6° Nous avons mis en évidence l'action excitoformatrice de l'acide *d*-pantothénique de la biotine et de l'inositol sur les tissus de *Crataegus monogyna* et *Pyrus communis.*

7° Nous avons réalisé des cultures de tissus de Crown Gall de *Vitis vinifera, Nicotiana tabacum* et *Abutilon avicennae.* Nous avons constaté qu'ils prolifèrent vigoureusement *in vitro* en l'absence d'hétéroauxine et possèdent un certain nombre de caractères qui les rapprochent beaucoup des tissus ayant subi le phénomène d'accoutumance.

8° Nous avons pu inoculer le *Plasmopara viticola* et l'*Uncinula necator* aux tissus de Vigne cultivés *in vitro* et réalisé ainsi pour la première fois la culture de ces parasites.

9° Nous avons cultivé des tissus de *Nicotiana tabacum* atteints par le Virus de la Mosaïque du Tabac, le virus X et le virus Y de la Pomme de terre. Nous avons également pu inoculer ces virus à des tissus de Tabac sain cultivés *in vitro* et constaté que les virus se multiplient dans les tissus.

10° Nous avons enfin dosé la quantité de virus contenue dans des cultures de tissus

accoutumés à l'hétéroauxine et dans des tissus de Crown-Gall de *Nicotiana Tabacum*. Nous avons ainsi constaté que la quantité de virus que contiennent les tissus accoutumés et tumoraux est d'environ 30 à 40 fois plus faible que celle des feuilles de la plante entière.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Aronescu-Savulescu (A.). — Contribuțiuni la studiul ruginii de pe gura Leului (*Puccinia Antirrhini* Diet et Hollway). [*Anal. Inst. Cerc. Agron. Rom.*, 10, 473-517, 1940.]
2. Augier de Montgremier (H.), Limasset (P.) et Morel (G.). — Sur le maintien d'une maladie à virus complexe dans des tissus de Tabac cultivés *in vitro*. (C. R. Ac. Sc., 227, 606-608, 1948.)
3. Augier de Montgremier (H.) et Morel (G.). — Sur la diminution de la teneur en virus (*Marmor Tabaci* Holmès) de tissus de Tabac cultivés *in vitro*. (C. R. Ac. Sc., 227, 688-689, 1948.)
4. Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.). — Cristalline preparations of tomato bushy stunt virus. (*Brit. J. Exp. Path.* 19, 251-263, 1938.)
5. Beijerinck (M. W.). — Ueber ein *contagium vivum fluidum* als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter. (*Verh. Akad. Wet. Amst.* 6, 1-22, 1898).
6. Bobiloff-Preisser (W.). — Beobachtungen an isolierten Palissaden und Schwamparenchymzellen. (*Beih. Z. Bot. Zbl.* 3, 248-274, 1917.)
7. Börger (H.). — Ueber die Kultur von isolierten Zellen und Gewebefragmenten. (*Arch. f. exp. Zellf.*, 2, 123-190, 1926.)
8. Camus (G.) et Gautheret (R. J.). — Sur la transmission par greffage des propriétés tumorales des tissus de Crown-gall. (*C. R. Soc. Biol.*, 142, 15-16, 1948.)
9. Camus (G.) et Gautheret (R. J.). — Sur le caractère tumoral des tissus de Scorsonère ayant subi le phénomène d'accoutumance aux hétéroauxines. (*C. R. Acad. Sc.*, 226, 744-745, 1948.)
10. Camus (G.) et Gautheret (R. J.). — Nouvelles recherches sur le greffage des tissus normaux et tumoraux sur des fragments de racine de Scorsonère cultivés *in vitro*. (*C. R. Soc. Biol.*, 1942, 769-771, 1948.)
11. Camus (G.) et Gautheret (R. J.). — Sur le repiquage des proliférations induites sur des fragments de racines de Scorsonère par des tissus de Crown-gall et des tissus ayant subi le phénomène d'accoutumance aux hétéroauxines. (*C. R. Soc. Biol.*, 142, 771-773, 1948.)
12. Cracium (E.). — La culture des tissus en Biologie expérimentale. (Paris, Masson, 1931.)
13. Czech (H.). — Kultur von pflanzlichen Gewebezellen. (*Arch. f. exp. Zellf.*, 3, 176-199, 1926.)
14. Fiedler (H.). — Die pflanzliche Gewebe und Organkultur. (*Z. Bot.*, 55, 369-416, 1938.)
15. Gautheret (R. J.). — Culture du tissu cambial. (*C. R. Ac. Sc.*, 198, 2195, 1934.)
16. Gautheret (R. J.). — Recherches sur la culture des tissus végétaux, essais de culture de quelques tissus méristématiques. (*Thèse Sciences*, 279, Paris, 1935.)
17. Gautheret (R. J.). — La culture des tissus végétaux, son état actuel, comparaison avec la culture des tissus animaux. (Paris, Hermann, 60, 1937.)
18. Gautheret (R. J.). — Sur la possibilité de réaliser la culture indéfinie des tissus de tubercule de Carotte. (*C. R. Ac. Sc.*, 208, 218, 1939.)
19. Gautheret (R. J.). — Sur le repiquage des cultures de tissus d'Endive, de Salsifis et de Topinambour. (*C. R. Ac. Sc.*, 213-231, 1941.)
20. Gautheret (R. J.). — Manuel technique de culture des tissus végétaux. (Paris, Masson, 1942.)

21. Gautheret (R. J.). — Hétéroauxines et cultures de tissus végétaux. (*Bull. Soc. chim. biol.*, 24, 13-48, 1942.)

22. Gautheret (R. J.). — Recherches sur le développement de fragments de tissus végétaux cultivés *in vitro*. (*Rev. cytol. et cytophysiol.*, 6, 85-180, 1942-1943.)

23. Gautheret (R. J.). — Une voie nouvelle en biologie végétale. La culture des tissus. (202p, Paris, Gallimard, 1945.)

24. Gautheret (R. J.). — Comparaison entre la structure des cultures de tissus normaux et des cultures de tissus de Crown-gall de topinambour. (*C. R. Soc. biol.*, 141, 598-601, 1947.)

25. Gautheret (R. J.). — Action de l'acide indole-acétique sur le développement des tissus normaux et des tissus de Crown-gall de Topinambour cultivés *in vitro*. (*C. R. Ac. Sc.*, 224, 1728-1730, 1947.)

26. Gautheret (R. J.). — Sur la culture des trois types de tissus de Scorsonère : tissus normaux, tissus de Crown-gall et tissus accoutumés à l'hétéroauxine. (*C. R. Ac. Sc.*, 226, 270-271, 1948.)

27. Gautheret (R. J.). — Action de l'acide indole-acétique sur le développement de trois types de tissus de Scorsonère : tissus normaux, tissus de Crown-gall et tissus accoutumés à l'hétéroauxine. (*C. R. Soc. Biol.*, 142, 774-775, 1948.)

28. Gautheret (R. J.). — Sur la culture indéfinie des tissus de *Salix Caprea*. (*C. R. Soc. Biol.*, 142, 807-808, 1948.)

29. Gautheret (R. J.). — Sur la croissance de trois types de tissus de Scorsonère : tissus normaux, tissus de Crown-gall et tissus accoutumés à l'hétéroauxine. (*C. R. Ac. Sc.*, 226, 270-271, 1948.)

30. Haberlandt (G.). — Kulturversuche mit isolierten Pflanzenzellen (*Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien Math-Natur. Kl.*, 111, 69-92, 1902.)

31. Haberlandt (G.). — Über Zellteilungshormone und ihre Beziehungen zur Wundheilung. Befruchtung, Parthenogenesis und Adventivembryonie. (*Biol. Zbl.*, 42, 145-172, 1922.)

32. Iwanowsky (D.). — Ueber die Mosaik-Krankheit der Tabak Pflanze. (*Zeit. Pflanzenkrank.*, 13, 1-41, 1903.)

33. Jacquiot (C.). — Effet inhibiteur des tannins sur le développement *in vitro* du cambium de certains arbres forestiers. (*C. R. Acad. Sc.*, 225, 434-446, 1947.)

34. Knudson (L.). — Viability of detached root cap cells. (*Amer. Journ. Bot.*, 6, 309-310, 1919.)

35. Kotte (W.). — Wurzelmeristem in Gewebe-Kultur. (*Ber. dtsch. Bot. ges.*, 40, 269-272, 1922.)

36. Kögl (F.) et Fries (N.). — Ueber den Einflusz von Biotin Aneurin und Mesoinosit auf das Wachstum verschiedener Pilzarten. (*Hoppe Seyler's Zeit. f. Physiol. Chem.*, 242, 93-110, 1937.)

37. Kulescha (Z.) et Gautheret (R. J.). — Sur l'élaboration de substances de croissance par trois types de cultures de tissus de Scorsonère : cultures normales, cultures de Crown-gall et cultures accoutumées à l'hétéroauxine. (*C. R. Acad. Sc.*, 227, 292-294, 1948.)

38. Küster (E.). — Das Verhalten pflanzlichen Zellen *in vitro* und *in vivo*. (*Arch. f. exp. Zellf.*, 6, 28-41, 1928.)

39. Lamprecht (W.). — Ueber die Kultur und Transplantation kleiner Blattstücken. (*Beitr. z. Allg. Bot.*, 353-398, 1918.)

40. Lieske (P.). — Untersuchungen über die als Mauke oder Grind bezeichnete Erkrankung der Weinreben. (*Arb. d. Biol. Reichsanst. f. Land-u. Forstw.*, 15, 261-270, 1927.)

41. Lek (H. A. A. Van der) et Krythe (E.). — Over het stekke van sering met toepassing van groeistof. (*Medeleel. van den tuinbouw-voorl.*, 35, 35 p., 1943.)

42. Limasset (P.) et Augier de Montgremier (H.). — Sur une maladie à virus provoquant des déformations foliaires remarquables chez le Tabac et la Tomate. (*Ann. des Épiph.*, 12, 181-202, 1946.)

43. Limasset (P.) et Augier de Montgremier (H.). — Sur une méthode de dosage des virus des Plantes. (*C. R. Acad. Sc.*, 225, 1176-1177, 1947.)

44. Mc. Callan (S. E. A.). — Evaluating fungicides by means of greenhouse Snapdragon rust. (*Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 13, 367-383, 1944.)

45. Mc. Callan (S. E. A.) et Wilcoxon (F.). — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. I. Methods of obtaining spores. (*Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 11, 5-20, 1939.)

46. Morel (G.). — Sur le développement des tissus de Vigne cultivés *in vitro*. (*C. R. Soc. Biol.* 138, 62, 1944.)

47. Morel (G.). — Action de l'acide indole β-acétique sur la croissance des tissus de Vigne (*C. R. Soc. Biol.* 138, 93, 1944.)

48. Morel (G.). — Le développement du mildiou sur les tissus de Vigne cultivés *in vitro* (*C. R. Ac. Sc.* 218, 50-52, 1944.)

49. Morel (G.). — Sur la possibilité de réaliser la culture indéfinie des tissus de Vigne (*C. R. Ac. Sc.* 229, 36-37, 1944.)

50. Morel (G.). — Recherches sur le développement de fragments de lianes cultivés *in vitro*. (*Bull. Soc. Bot.*, 92, 98-102, 1945.)

51. Morel (G.). — Isolement de cultures pures de Parenchyme de Vigne (*C. R. Ac. Sc.* 221, 78-80, 1945.)

52. Morel (G.). — Caractères anatomiques des tissus de Vigne cultivés *in vitro*. (*C. R. Soc. Biol.*, 139, 674, 1945.)

53. Morel (G.). — Remarques sur l'action de l'acide naphtyle acétique sur le développement des tissus de Vigne. (*C. R. Soc. Biol.* 140, 269-270, 1946.)

54. Morel (G.). — Action de l'acide pantothénique sur la croissance des tissus d'Aubépine cultivés *in vitro* (*C. R. Ac. Sc.*, 223, 166-168, 1946.)

55. Morel (G.). — Transformations des Cultures de tissus de Vigne produites par l'hétéroauxine. (*C. R. Soc. Biol.* 141, 280-282, 1947.)

56. Morel (G.) et Gautheret (R.-J.). — Pathologie Végétale et culture des tissus. (*Rev. Scient.* 85, 649-669, 1948.)

57. Niemeyer (L.). — Die durch *Pseudomonas tumefaciens* (Smith, Town.) Stewens. Verursachte Mauke der Weinreben. (*Centralbl. f. Bakt. Paras. u. Infecktions-Krankh.*, 92, II, 116-162, 1935.)

58. Nobecourt (P.). — Sur la pérennité et l'augmentation de volume des cultures de tissus végétaux. (*C. R. Soc. Biol. Paris*, 130, 1270, 1939.)

59. Nobecourt (P.). — La culture des tissus et organes végétaux. (*Rev. Scient.*, 81, 161-170, 1943.)

60. Nobecourt (P.) et Koepler (L.). — Culture de tissus de tige de Rosier. (*C. R. Acad. Sc.*, 222, 817, 1945.)

61. Pfeiffer (H.). — Beobachtungen an Kulturen nackter Zellen aus pflanzlichen Beerenperikarpien. (*Arch. f. Exp. zellf.*, 11, 424, 1931.)

62. Ravaz (L.). — Le Mildiou *in* Traité général de Viticulture. (Paris, Masson, 1914. P. 197.)

63. Robbins (W. J.). — Cultivation of excised root tips and stem tips under sterile conditions. (*Bot. gaz.*, 73, 59-79, 1922.)

64. Ropp (R. S. de). — The growth promoting and tumefacient factors of Bacteria free Crown-Gall tumor tissue. (*Amer. Journ. Bot.*, 34, 1947, p. 248-261.)

65. Schmücker (T.). — Isolierte Gewebe und Zellen von Blütenpflanzen (*Planta*, 9, 339-340, 1929.)

66. Schopfer (W. H.). — Vitamines et facteurs de croissance chez les plantes. Contribution à l'étude quantitative des conditions d'action des facteurs de croissance sur *Phycomyces Blakesleeanus* (*Arch. f. Mikrob.*, 6, 510-531, 1935.)

67. Segretain (G.). — Culture d'un virus et son inoculation sur des fragments de tiges de Tabac cultivés *in vitro*. (*Ann. Inst. Pasteur*, 69, 1943, p. 61-63.)

68. Segretain (G.). — Virus et cultures de tissus de Tabac et de Tomate. (*C. R. Acad. Sc.*, 226, 594-595, 1948.)

69. Stanley (W. M.). — Isolation of a cristalline proteine possesing properties of Tobacco mosaic virus. (*Science*, 81, 644, 1935.)

70. Smith (E. F.), Brown (N. A.) et Townsend (C. O.). — Crown-Gall of plants, its cause and remedy. (*U. S. Depart. Agr. Bur. Plant Ind. Bull.*, 213, 1-215, 1911.)

71. Telle (I.) et Gautheret (R. J.). — Sur la culture indéfinie des tissus de Jusquiame *Hyoscyamus niger L.* (*C. R. Acad. Sc.*, 224, 1653-1654, 1947.)

72. Uhlehla (V.). — Vorversuche zur Kultur des Pflanzengewebes. I. Das Wasser als Factor der Gewebekultur. *Arch. f. exp. Zellf.*, 6, 370-417, 1918.)

73. White (P. R.). — Plant tissue cultures. The history and present status of the problem. (*Arch. f. exp. Zellf.*, 10, 501-538, 1931.)

74. White (P. R.). — Potentially unlimited growth of excised Tomato root tips in a liquid medium. (*Plant Physiol.*, 9, 585-600, 1934.)

75. White (P. R.). — Multiplication of the Viruses of Tobacco and Aucuba mosaic in growing excised Tomato roots. (*Phytopath.*, 24, 1003-1011, 1934.)

76. White (P. R.). — Plant tissue cultures. (*Bot. Rev.*, 2, 419-436, 1936.)

77. White (P. R.). — Potentially unlimited Growth of excised plant callus in an artificial nutrient. (*Ann. Journ. Bot.*, 26, 59-64, 1939.)

78. White (P. R.). — Plant tissue culture. (*Biol. Rev.*, 16-34, 1941.)

79. White (P. R.). — A handbook of plant tissue culture. (*The J. Cattell Press.*, Lancaster, 1943, 277 p.)

80. White (P. R.). — Metastatic (Graft) tumor of bacteria free Crown-Gall on *Vinca rosea*. (*Amer. Journ. Bot.*, 32, 237-241, 1945.)

81. White (P. R.) et Braun (C.). — A cancerous neoplasm of plants. (*Cancer research*, 2, 597-617, 1942.)

82. Wilcoxon (F.) et Mc Callan (S. E. A.). — The stimulation of fungous spore germination by aqueous plant extract. (*Phytopath.*, 24, p. 20, 1934.)

83. Yarwood (C. R.). — Detached leaf culture. (*Bot. Rev.*, 12, 1-56, 1946.)

84. Zimmerman (P. W.) et Hitchcock (A. E.). — Adventitious shoots and roots induced by natural influences and synthetic growth substances. (*Contr. Boyce Thompson Inst.*, 11, 122-127, 1940.)

DOCUMENTATION.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Smith (K. M.) et Lea (D. E.). — **La transmission des virus des plantes par les pucerons.** (The transmission of plant viruses by aphids.) *Parasitol,* XXXVII, 1-2, p. 26-36, 1946.

Les auteurs reprennent l'interprétation statistique des travaux de M^me^ Watson sur l'*Hyoscyamus virus 1* (virus éphémère) et le virus de la Jaunisse de la Betterave (virus persistant).

Leur interprétation est très séduisante. Elle les amène à conclure qu'il y a seulement une différence quantitative entre virus éphémères et persistants, les premiers étant plus infectieux ou plus concentrés dans les jus, ce qui explique leur transmission aussitôt après le repas infectieux et leur inoculabilité mécanique, mais aussi plus fragiles, ce qui explique leur inactivation extrêmement rapide dans le corps de l'insecte.

L'action favorisante du jeûne sur la transmission des virus éphémères est expliquée en supposant que le Puceron qui a été soumis au jeûne est affamé et absorbe d'un coup une très grande quantité de virus. Si l'on prolonge le repas, la vitesse d'absorption du virus devient inférieure à sa vitesse d'inactivation dans l'organisme et le bénéfice du jeûne disparaît rapidement.

Les conclusions des auteurs, basées sur des recherches effectuées à l'aide de virus transmis par des Pucerons, ne sauraient, sans danger, être transposées dans le cas de virus transmis par d'autres insectes et notamment les Cicadelles.

P. L.

Oortwijn Botjes (J.). — **Modification des symptômes de la maladie chez des Pommes de terre atteintes par le virus A.** (Verandering van de Zicktesymptomen in Aardappelplanten, lijdende aan het A. virus.) *Tidjs over Planten,* Jaar. 54, 1948, p. 13-15.

Sur des Pommes de terre de la variété *Eigenheimer* ayant montré pendant plusieurs années les symptômes d'une souche grave du virus A, on a trouvé des plantes manifestant des symptômes bénins. Dans la descendance, on observerait tantôt les symptômes de la souche grave, tantôt ceux de la souche faible.

P. L.

Fulton (R. W.). — **Les hôtes du virus du streak du Tabac.** (Hosts of the Tobacco streak virus.) *Phytopatho,* XXXVIII, 6, p. 421-428, 1948.

Ce virus a été décrit dans le Wisconsin par Johnson en 1936. Il s'est répandu depuis et provoque parfois un pourcentage élevé d'infections.

L'auteur a recherché le mode d'hibernation du virus, qui est inoculable mécaniquement. Le virus peut attaquer de nombreuses espèces appartenant à des familles très variées. La Bardane *Arctium minus* est un important réservoir.

D'autres espèces jouent peut-être le même rôle dans des régions différentes. En l'absence

d'un insecte vecteur connu, le mode de contagiosité à partir du réservoir est inconnu. À côté de de la Bardane le virus a été trouvé, dans la nature, sur Trèfle blanc, *Sysymbrium officinale*, *Convolvus arvensis* et *Plantago major*.

P. L.

DIACHUN (Stephen). — **Inhibition du virus du streak du Tabac avec des jus de plantes saines.** (Inhibition of Tobacco streak virus by juice from healthy plants.) *Phytopatho*, XXXVIII, 1, p. 7, 1948.

L'addition de jus de Tabac ou de *N. rustica* sains à un inoculum préparé à partir de *N. rustica* infectés réduit le nombre de lésions locales sur le Tabac. L'auteur prétend que le virus de la Mosaïque du Tabac n'est pas inhibé par le jus de Tabacs sains.

P. L.

MARTIN (J. P.). — **Maladie de Fiji de la Canne à sucre.** (Fiji disease of sugare cane.) *Hawaï. Plant. Rec.*, I, 2, p. 103-118, 11 fig., 1947.

Cette maladie fut observée il y a quarante ans aux Fiji. En 1908-1909, elle fut si importante que l'industrie sucrière de Fiji fut acculée à la ruine. La maladie s'étend aujourd'hui aux îles Salomon, New-Britain et Samoa.

Le vecteur australien *P. saccaricida* existe aux Hawaï. Si une Cicacelle infectieuse arrivait par avion de Samoa, de Fiji ou des Philippines, la maladie de Fiji se répandrait aux Hawaï grâce aux Cicadelles indigènes.

Une liste des variétés résistantes est fournie.

P. L.

HANSBROUGH (J. R.) et STOUT (D. C.). — **Sur la présence de symptômes rappelant les maladies à virus chez les Bouleaux atteints de dépérissement.** (Virus like symptoms accompanying Birch dieback.) *Plant. Dis. Reptr.*, XXX, 19, p. 317, 1947.

Dépérissement du Bouleau étudié dans la Maine. Symptômes rappelant les maladies à virus. Essais de transmission par la greffe.

P. L.

BRIERLEY (P.) et FLOYD SMITH (F.). — **La Mosaïque du Canna aux États-Unis.** (Canna Mosaïc in the United States.) *Phytopatho*, XXXVIII, 3, p. 230-234, 1948.

Cette Mosaïque serait la même que celle du *Canna indica* rapportée antérieurement des Philippines. La transmission par *Aphis gossypii* et *A. maidis* fut confirmée. Le désaccord principal correspond à l'impossibilité, pour le virus étudié par les auteurs, d'infecter le *Musa textilis*. Le *Canna glauca* est indiqué comme plante hôte nouvelle. Des transmissions expérimentales par friction et par les vecteurs *Macrosiphum solanifolii*, *Myzus circumflexus* et *Myzus persicæ* ont été obtenues. La variété populaire à fleur rouge *Président* est immune.

P. L.

OGILVIE (L.). — **Récents progrès de nos connaissances sur les maladies des Lis.** (Recent advances in our knowledge of Lily diseases.) *The Lily year book*, 5 p., 1947.

Les Lis sont atteints par d'assez nombreuses maladies à virus. Citons la maladie appelée « Necrotic fleck », caractérisée par des taches décolorées puis nécrosées longeant les nervures, accompagnées de rabougrissement et de déformation des fleurs. Cette maladie est provoquée par l'action simultanée d'un virus de Mosaïque du Concombre et d'un deuxième virus ne provoquant pas de symptômes lorsqu'il est seul. Seul le premier est transmissible mécaniquement. Tous deux sont transmis par *Aphis gossypii*. Certaines Mosaïques sont provoquées par la seule action du virus de Mosaïque du Concombre.

Une Mosaïque très répandue sur le *Lilium longiflorum* est provoquée par un virus qui provoque un « Breaking » chez la Tulipe, tout en étant distinct du virus de « Breaking » habituel sur cette plante. L'indicateur est *Lilium fermoranum* qui présente des symptômes dix à quatorze jours après l'inoculation mécanique, tandis que les Tulipes mettent un an.

Des virus du groupe des Breaking ont été isolés de trente et une autres espèces ou variétés de Lis. La gravité des symptômes est très variable. Ceux-ci sont très marqués aux températures élevées. Le virus n'est pas transmissible par la graine ; il est transmissible mécaniquement et par les pucerons *Macrosiphum solanifolii* et *Myzus persicæ*.

La maladie de la rosette ou du « yellow flat » n'est transmise que par l'*Aphis gossypii*. Elle ne l'est ni mécaniquement ni par d'autres pucerons. *L. formoranum*, *L. Sargentiæ* et *L. umbellatum* réagissent gravement par un rabougrissement accentué et un recourbement des feuilles vers le bas. D'autres espèces réagissent peu et sont des réservoirs de virus.

Le « Black scale » est une maladie des bulbes étudiée en Louisianne et aux Bermudes. On l'attribue aujourd'hui au *Colletotrichum Lilii*. L'auteur décrit également des pourritures de bulbes provoquées par des Fusariums.

P. L.

TRAITEMENTS CHIMIQUES.

Hampton (J. E.). — **Traitement du « Crown gall » par les antibiotiques.** (Cure of Crown gall with antibiotics.) *Res. in Phytopatho*, XXXVIII, 1, p. 11-12, 1948.

La Streptomycine et la Pénicilline ont donné des résultats pour le traitement du Crown gall sur diverses plantes. Les traitements ont été réalisés soit à l'aide d'un coton imbibé d'antibiotique, soit par immersion, soit encore par injection à l'aide d'une seringue hypodermique.

P. L.

Stoddard (E. M.). — **Traitement du sol par le benzoate d'oxyquinoléine contre la maladie de l'Orme due à *Graphium ulmi*.** (Soil appications of oxyquinolin benzoate for the control of foliage wilting in elms caused by *G. ulmi*.) *Phytopath.*, 36, p. 682, 1946.

Afin d'expérimenter un mode de traitement contre la maladie des Ormes due à *Graphium ulmi*, des arbres ont été contaminés artificiellement et on a arrosé le sol, à leur pied, par des solutions aqueuses de 0,01 à 0,1 p. 100 de benzoate d'oxyquinoléine, à raison de 37 litres par arbre. A la concentration la plus forte, 27 p. 100 des arbres seulement ont été attaqués par la maladie, contre 73 p. 100 chez les témoins.

M. Rau.

Callbeck (L. C.). — **Destruction chimique des fanes de Pommes de terre.** (Killing potato tops with chemicals.) *Proc. potato sect. Ont. crop improv. ass. 1947*, p. 11-20, 1947 ; in : *Rev. appl. mycol.*, 26, p. 560, 1947.

Un produit pour la destruction des fanes de Pommes de terre doit être actif, rapide, économique, inoffensif pour la culture, le sol et les opérateurs. En année chaude et sèche, la cyanamide est le meilleur produit. Le dinitrocrésolate de sodium additionné de sulfate d'ammonium et le dinitro-orthobutyl-sec.-phénol ont donné de bons résultats. L'arsénite de sodium à 0,6 p. 100 agit trop lentement.

M. Rau.

Norris (D.). — **Essai infructueux avec le D. D. T. et favorable avec l'H. C. H., en vue de protéger les cultures de champignons contre les Acariens.** (Failure with D. D. T. and succes with « Gammexane » in the control of the culture mite.) *J. austr. inst. agr. sc.*, 12, 51-52, 1946 ; in : *Rev. appl. entom.*, 35, p. 193, 1947.

L'Acarien *Tyrophagus putrescentiæ*, qui attaque les cultures de champignons sur agar, résiste

au D. D. T., alors qu'il est entièrement détruit par l'H. C. H. technique. Mais ce traitement gêne beaucoup la croissance des champignons.

M. Rau.

Newcomer (E. J.) et Dean (F. F.). — **Effet de la xanthone, du D. D. T. et autres insecticides sur l'Araignée rouge du Pacifique.** (Effect of xanthome, D. D. T. and other insecticides on the pacific mite.) *J. econ. entom.*, 39, p. 783-786, 1946.

Lorsqu'on emploie le D. D. T. contre le Carpocapse, le nombre des Araignées rouges augmente. On peut y remédier en ajoutant de la xanthone au D. D. T. Mais, dans les deux premiers traitements sur feuillage, la xanthone altère l'épiderme de certains fruits : il convient donc de ne l'employer qu'à partir du troisième traitement.

Les Tétranyques peuvent également être combattus par la combinaison de dinitrocyclohexylphénol et de dicyclohexylamine. Par contre, l'arséniate de plomb, la cryolithe et la nicotine sont sans action contre eux.

M. Rau.

Hey (G. L.). — **Essai d'un nouvel insecticide amenant la mort rapide des Araignées rouges dans les serres ; résultats obtenus en 1946.** (Experiments with new insecticide promise speedy death to red spider in glasshouses.) *Grower*, 26, 298-299, 1946 ; in : *Rev. appl. entom.*, 35, p. 189, 1947.

Les bouillies à 0,1 ou 0,2 p. 100 d'azobenzène permettent de lutter efficacement contre les deux espèces d'Araignées rouges (*Tetranychus telarius* et *Paratetranychus pilosus*). Toutes les formes mobiles sont détruites, ainsi qu'une certaine proportion d'œufs. Les pulvérisations à 0,1 p. 100 sont généralement inoffensives pour les plantes ; cependant, elles ne sont pas applicables sur le pommier en cours de végétation, dont elles font tomber les feuilles.

M. Rau.

Mason (A. C.) et Chrisholm (R. D.). — **Emploi du dibrométhane dans les fumigations contre le Hanneton japonais.** (Ethylene dibromide as a fumigant for the japanese beetle.) *J. econ. entom.*, 38, p. 717-718, 1945.

Les larves souterraines de *Popillia japonica* sont sensibles au dibrométhane. Ce composé, qui fond à +10°, est employé en mélange liquide avec le dichloréthane. On forme des émulsions concentrées contenant pour une partie du mélange, une ou deux parties d'eau et comme émulsif un ester polyoxyalcoylénique du monolaurate de sorbitane. A la dose de 260 cm³ par hectolitre, l'émulsion concentrée donne avec l'eau une solution claire. La concentration d'environ 100 cm³ par hectolitre est active contre les larves dans le sol. Celle de 500 cm³ est active contre les pupes. L'action ovicide est importante : au laboratoire, une concentration de 100 à 200 cm³ par hectolitre est suffisante, pour un trempage de quelques secondes. Sur les *Popillia* adultes, on opère par fumigation à la concentration de 8 grammes de dibrométhane par mètre cube. Le produit est phytocide pour certaines plantes.

M. Rau.

Lange (W. H.) Jr. — **Emploi du dibrométhane et du mélange dichloropropane-dichloropropène contre les Taupins.** (Ethylene dibromide and dichloropropane-dichloropropene mixture for wireworm control.) *J. econ. entom.*, 38, 643-645, 1945.

Contre les larves de *Limonius californicus*, le dibrométhane et le D. D. (mélange de dichloropropane et de dichloropropène) présentent une efficacité complète. Le premier produit s'emploie en solution à 10 p. 100 cent dans un hydrocarbure, à raison de 250 litres par hectare ; le D. D. s'emploie à dose double. L'injection dans le sol est faite à 25 centimètres et la terre est ensuite tassée.

Le traitement le plus économique consiste à appliquer 300 litres de D. D. par hectare : la mortalité est alors de 92 p. 100. Il est bon d'ajouter au D. D. 35 kilogrammes d'ammoniac

anhydre par hectare, pour augmenter les rendements : on pense que l'insecticide supprime la nitrification pendant un certain temps : les plantes (des laitues) utilisent alors l'ammoniac.

M. Rau.

PHYTOPHARMACIE.

Zach (C.). — **La résistance à la pluie des bouillies cupriques viticoles.** (Über die Regenbeständigkeit von Kupferspriztmitteln für den Weinbau.) *Schweiz. z. Obst- u. Weinb.*, 56, 67-70, 1947 ; in : *Rev. appl. mycol.*, 26, p. 526, 1947.

Dans ces essais de laboratoire, différentes bouillies cupriques ont été appliquées de façon uniforme sur des feuilles de vigne ou des plaques de verre. On a ensuite soumis les surfaces traitées à une pluie artificielle d'une demi-heure, donnant 10 millimètres d'eau. Cet arrosage a fait tomber les quantités de cuivre déposées, de 1-3 milligramme par 100 centimètres carrés à 0,5-1 milligramme. L'ordre de ténacités décroissantes des bouillies est le suivant : bouillie bordelaise, oxychlorures en pâte, oxyde cuivreux, oxychlorures en poudre.

M. Rau.

Wene (G.) et Rawlins (W. A.). — **Comptabilité de la cryolithe et des fongicides cupriques.** (Comptability of cryolithe and copper fungicide.) *J. écon. entom.*, 38, 655-657, 1945.

Les sels de cuivre neutres mélangés à la cryolithe ne modifient pas son action sur *Epilachna varivetsis* qui attaque le haricot. La bouillie bordelaise alcaline ralentit l'action insecticide et diminue la toxicité de la cryolithe, sans la supprimer. Lorsqu'on traite les pommes de terre par une bouillie à la cryolithe à 0,75 p. 100, additionnée de bouillie bordelaise à 1 p. 100 ou d'un produit cuprique du commerce, on voit que le Doryphore est plus sensible à la cryolithe qu'*Epilachna varivestis*. La bouillie bordelaise retarde les mortalités plus que ne le font les produits commerciaux.

M. Rau.

Jensen (H. L.). — **Observations sur les propriétés de certains composés fongicides.** (Observations on properties of certain fungicidal compounds.) *Proc. linn. soc. N. S. Wales*, 71, 119-129, 1946; in : *Rev. appl. mycol.*, 26, p. 252, 1947.

Des essais d'action fongicide et fongistatique ont été effectués sur des tissus attaqués par des Champignons inférieurs, des Actinomycètes et des *Alternaria*. En milieu acide (pH = 7-8), les composés les plus efficaces sont le trichloro-, le tétrochloro-, le pentachlorophénol et le p. nitrophénol. Leur activité augmente avec le nombre de Cl ou de fonctions NH^2. La silicylanilide est également active sur l'ensemble de ces organismes.

Sur les champignons, le produit le plus toxique est l'acétate de phénylmercure. Le sulfate de cuivre est peu fongistatique. Les bisulfures de tétraméthyl- et de tétraéthylthiurame et la tétrachlorobenzoquinone sont égaux ou même supérieurs à la salicylanilide. Le D. D. T. est dépourvu d'action fongicide.

M. Rau.

Lewis (H. C.). — **Dégâts causés en Californie centrale par les lessives sulfocalciques au zinc.** (Sprya injury from zinc-lime sulfur in central California.) *Calif. citrogr.*, 31, p. 112, 1946 ; in : *Rev. appl. entom.*, 35, p. 140, 1947.

En Californie centrale, on applique couramment sur les *Citrus* des bouillies contenant 2 p. 100 de lessive sulfocalcique, 0,12 p. 100 d'oxyde de zinc, 0,5 p. 100 de soufre mouillable, et 0,05 p. 100 de mouillant à base de caséine. Ces pulvérisations combattent le Thrips des orangers *Scirtothrips citri*, le Pou citricole *Coccus pseudomagnoliarum*, et une carence en zinc.

L'oxyde de zinc ne diminue pas l'action insecticide de la lessive sulfocalcique, avec laquelle il est compatible chimiquement, mais le mélange produit souvent des lésions aux fruits, surtout

par temps froid. Ces brulûres sont moins graves que celles de la lessive sulfocalcique par temps chaud. On les évite en remplaçant l'oxyde de zinc par du sulfate de zinc à haute dose : 1 kilogramme de sulfate de zinc par litre de lessive sulfocalcique. L'action insecticide subsiste et la carence en zinc est rapidement combattue.

M. Rau.

Powell (D.). — **Un fongicide digne d'intérêt, l'oxyquinoléinate de cuivre.** (Copper 8-quinolinolate, a promising fungicide.) *Phytopath.*, 36, p. 572-573, 1946.

En essai de laboratoire, l'oxyquinoléine et son sel de cuivre se sont montrés très toxiques pour les spores de *Sclerotinia fructicola*. Leur D. L. M. est inférieure à 1,5 γ par centimètre cube. L'introduction de chlore ou de brome dans la molécule d'oxyquinoléine diminue beaucoup son activité. Au verger, le sel de cuivre s'est montré inférieur aux autres fongicides organiques contre la Tavelure du Pommier et contre *Phyllosticta solitaria*. Ce produit mérite cependant d'être étudié.

M. Rau.

Mac Callan (S. E. A.). — **Les dithiocarbamates fongicides.** (*Dithiocarbamate fungicides.*) *Agric. chem.*, t. 1, n° 7, p. 15-18, 1946; in : *Rev. appl. mycol.*, 26, p. 346, 1947.

Les principaux produits commerciaux américains à base de bisulfure de tétraméthylthiurame, de diméthyldithiocarbamate de fer ou de zinc, d'éthylène-*bis* (dithiocarbamate) disodique sont indiqués.

Plusieurs de ces produits donnent de bons résultats pour les traitements des semences, surtout des semences de légumes. Sur Pommier, le diméthylthiocarbamate ferrique est assez actif contre la Tavelure, moins toutefois que les lactate de phénylmercuritriéthanolammonium; il permet de lutter contre le Blotch (*Phyllosticta solitaria*), le Bitter rot (*Glomerella cingulata*) et le Frog-eye leaf spot (*Physalospora obtusa*), au moins aussi bien qu'avec la bouillie bordelaise. Il est recommandable aussi contre la Tavelure du Poirier, dans le cas où la lessive sulfocalcique détériore l'épiderme des fruits. Ce produit est compatible avec l'arséniate de plomb, le D. D. T., les huiles de pétrole et la chaux.

L'éthylène-bis (dithiocarbamate) de sodium, additionné de sulfate de zinc et de chaux, est supérieur aux produits cupriques du commerce et aux autres fongicides organiques, dans les traitements du Mildiou et de l'Alternariose de la Pomme de terre; dans le cas de Mildiou, il est cependant inférieur à la bouillie bordelaise.

M. Rau.

Barail (L.). — **La toxicité des germicides.** (The toxicity of germicides.) *Amer. dyest. reptr.*, 35, p. 521-524, 1946; in : *Rev. appl. mycol.*, 26, p. 253, 1947.

Ce travail a pour objet de vérifier les indications publicitaires relatives aux produits destinés à protéger les tissus contre les moisissures. Beaucoup d'indications données par les fabricants sont exagérées : sur 250 produits essayés, 15 seulement se sont montrés efficaces. Parmi ces derniers, il n'y en a que sept qui ne sont pas toxiques pour le lapin en injection intra-péritonéale et six qui ne sont pas irritants pour la peau. Finalement, un seul produit possède une forte activité, avec le maximum de possibilités d'emploi : c'est le lactate de lactoxyphénylmercuriammonium.

M. Rau.

Potts (S. F.). — **Les dimensions des particules d'insecticides dans leurs rapports avec la régularité et l'importance des dépôts de matière active sur les plantes.** (Particle size of insecticide and its relation to application distribution and deposit.) *J. econ. entom.*, 39, p. 716-720, 1946.

La grosseur des particules est un facteur important de l'uniformité des traitements, de la quantité de matière active déposée et de l'efficacité. Un champ électromagnétique environne

tous les objets, y compris les plantes et les insectes, et repousse la plupart des particules solides de petites dimensions, ainsi que les gouttelettes liquides ayant moins de 30 μ de diamètre.

D'ordinaire, les poudres insecticides sont formées d'un mélange de particules isolées et d'agglomérats. Si les particules sont petites, lès dépôts sur les plantes et les insectes sont constitués presque exclusivement par des agglomérats. Les particules des poudres peuvent être cimentées dans l'air par de petites gouttelettes d'huile, si le mélange avec l'huile est fait dans le vide ou sous pression. Dans le cas de bouillies, une fine atomisation est nécessaire, si on veut obtenir une bonne distribution de l'insecticide avec de faibles volumes de liquide, mais, d'autre part, les gouttelettes doivent être assez grosses pour se déposer sur les objets traités. Il semble que, pour les pulvérisations terrestres, les dimenions optima des gouttelettes sont de 30 à 80 μ. Dans les traitements aériens, la plupart des gouttelettes doivent avoir de 70 à 100 μ, si les zônes traitées sont étendues et plates, et de 100 à 300 μ, quand on opère contre certains insectes forestiers, ou en terrain accidenté. Un tableau indique le nombre des gouttelettes de dimensions données, déposé par unité de surface et par litre de bouillie.

Les autres facteurs relatifs à la grosseur des particules et des gouttelettes sont : le modèle de l'appareil d'épandage, la concentration de la bouillie, la densité des produits, leur vitesse d'évaporation, la distance à laquelle les particules doivent être projetées, la vitesse du vent et autres éléments météorologiques, le volume et la densité du feuillage traité, la rapidité de dépôt des particules.

M. Rau.

Mac Intosh. — **Appareil de trempage pour la mesure de la toxicité des insecticides pour traitement liquide.** (A dipping apparatus for estimating the toxicity of insecticides in liquid media.) *Ann. appl. biol.*, 34, p. 233-239, 1947.

Description d'une méthode et d'un appareil pour l'essai des insecticides par trempage des insectes. Cette technique est applicable non seulement aux solutions, mais aux suspensions qui se sédimentent facilement et aux émulsions peu stables. Elle a l'avantage de manipuler les insectes individuellement, pendant la phase de ressuyage. Le trempage a lieu à température constante, le récipient où sont plongés les insectes étant placé dans un bain-marі muni d'un thermostat électrique et d'une hélice servant d'agitateur. Ce récipient est lui-même agité par retournement.

Les essais faits dans ces conditions sur *Tribolium castaneoum* indiquent pour le D. D. T. une concentration léthale médiane de 0,04 p. 100.

M. Rau.

Munson (S. G.) et Yeager (J. F.). — **Rapport « concentration-durée de survie » pour les Blattes injectées par des arsenicaux.** (Concentration-survical time relationship for roaches injected with arsenicals.) *J. econ. entom.*, 38, p. 634-642, 1945.

Lorsqu'on injecte aux nymphes de *Periplaneta americana* de l'orthoarséniate disodique et du métaarséniate de sodium et qu'on exprime les concentrations des solutions en fonction de la durée de survie des insectes, les courbes obtenues sont des hyperboles caractérisées par un point d'inflexion et par une zone critique. L'arséniate de plomb donne une courbe sans inflexion, mais ayant une zone critique. L'arséniate et l'arsénite de Na ont la même toxicité, sauf aux concentrations élevées, où l'arsénite est plus actif. Le sel de plomb est moins actif que les sels de sodium.

Ces résultats sont expliqués par l'hypothèse d'une dissociation donnant pour les trois sels des ions également toxiques, les différences étant dues pour une large part, sinon en totalité, au degré de dissociation. Les durées de survie observées sont en bon accord avec celles qu'on peut calculer d'après cette hypothèse. On suggère que les expressions simples telles que : $c \times t = c^{te}$, où c est la concentrtaion moléculaire et t la durée de survie, peuvent s'appliquer, sous certaines conditions, aux systèmes biophysiques.

Les larves de *Tenebrio molitor* sont plus résistantes au métaarsénite de sodium que les nymphes de *Periplaneta americana*.

M. Rau.

ABBOTT (C. E.). — **Les gaz toxiques de la lessive sulfocalcique.** (The toxic gases of lime-sulfur.) *J. econ. entom.*, 38, p. 618-620, 1945.

Si l'on fait passer de l'air dans une lessive sulfocalcique diluée, il se forme plus de H^2S que de SO^2 et c'est le H^2S qui est le principal agent insecticide. On vérifie qu'il est plus toxique que le gaz sulfureux, par l'examen des battements du cœur chez *Popillius disjunctus* et *Polister fuscatus*. La décomposition de la lessive sulfocalcique, lente dans le cas d'un courant d'air pur, augmente lorsque l'air contient du CO^2. Des tests chimiques montrent qu'il se forme alors peu de SO^2 et que ce gaz est bientôt réduit par H^2S. Des *Lucilia sericata* traitées par les gaz obtenus présentent des phénomènes toxiques en rapport étroit avec les teneurs en H^2S.

M. RAU.

PLUMMER (C. C.) et BAKER (E. W.). — **L'effet des doses subléthales d'émétique sur la mouche des fruits mexicaine.** (The effect of sublethal dosages of tartar emetic on the mexican fruitfly.) *J. econ. entom.*, 39, p. 775-780, 1946.

Le traitement classique contre la Mouche des fruits mexicaine, *Anastrepha ludens*, utilise des solutions sucrées d'émétique, à la concentration de 15 grammes de matière active par hectolitre. En essais de laboratoire, les Mouches qui absorbent des doses d'émétique inférieures à la dose mortelle, pondent moins d'œufs : les Mouches nourries avec du sirop contenant 7,5 grammes de produit par hectolitre, ne pondent plus pendant 45 jours. L'addition de caséine à l'appât sucré a peu d'action sur la ponte et sur la viabilité des œufs. Il résulte de ces essais que l'emploi de l'émétique en plein champ pourrait être un facteur de la réduction de la Mouche des fruits dans toute une région.

M. RAU.

RICHARDSON (C. H.). — **Vitesse de pénétration de la nicotine dans les Blattes, à partir de solutions de différents pH.** (Rate of penetration of nicotine into the cockroach from solutions of various hydrogen ion concentration.) *J. econ. entom.*, 38, p. 710-711, 1945.

Des Blattes adultes de l'espèce *Periplaneta americana* sont trempées dans des solutions de nicotine amenées à différents pH par l'addition d'acide sulfurique; on prend toutes précautions utiles pour éviter l'ingestion du produit. Lorsque la nicotine est presque complètement ionisée, des quantités appréciables en sont absorbées par la paroi du corps des insectes et l'action toxique se produit.

La comparaison entre les intoxications gazeuses montre que la nicotine pénètre mieux par l'air qu'en solution dans l'eau. Les molécules de nicotine sont plus toxiques et plus pénétrantes que leurs ions, pour un insecte de grande taille peu sensible à la nicotine.

M. RAU.

WEIGEL (C. A.) et GERTLER (S. I.). — **Action de synergie de l'amide N.N. diéthylpipéronylique et des résidus de pyrèthre dans la lutte contre *Epilachna varivestis*.** (The synergistic action of N.N. diethylpiperonylamide with pyrethrum marc in control of the mexican bean beetle.) *J. econ. entom.*, 38, p. 683-686, 1945.

Cette amide présente une action de synergie avec les résidus de pyrèthre : elle apparaît comme un agent paralysant, plutôt que comme un poison d'ingestion.

M. RAU.

MAC LEOD (W. S.). — **Effet de l'hexachlorocyclohexane sur le jeune plant d'oignon.** (Effect of hexachlorocyclohexane on onion seedlings.) *J. econ. entom.*, 39, p. 815, 1946.

En essai de laboratoire, on a semé des oignons dans des sols contenant de 0 à 7 grammes d'H. C. H. technique par kilogramme de terre. Toutes les graines germent, mais à 0,2 gramme d'H. C. H., les jeunes plantes sont plus courtes et plus épaisses. A 0,4 gramme, la levée est faible et les plantes qui subsistent sont très épaissies à la base. Aux doses supérieures, aucune

plante n'atteint la surface du sol; les parties souterraines présentent un épaississement caractéristique, avec brunissement de la radiculle et de la plantule.

M. Rau.

Kauer (K. C.), Duvall (R. B.) et Alquist (F. N.). — **L'isomère epsilon de l'hexachlorocyclohexane.** (Epsilon isomer of 1.2.3.4.5.6. hexachlorocyclohexane.) *Ind eng. chem.*, 39, p. 1335-1338, 1947.

L' H. C. H. peut présenter théoriquement seize stéréoisomères. Quatre ont déjà été décrits. On vient d'en découvrir un cinquième appelé epsilon, et de déterminer ses principales constantes physiques. L'analyse d'un H. C. H. brut par les rayons infra-rouges a donné les résultats suivants : isomère α, 55 p. 100; β, 14 p. 100; γ, 12 p. 100; δ, 8 p. 100; ε, 3 à 4 p. 100. L'isomère ε fond à 218°5-219°3. Il est dénué d'action insecticide.

Certains caractères physiques ou chimiques des différents isomères sont indiqués.

M. Rau.

Kearns (E. W.), Ingle (L.) et Metcalf (R. L.). — **Nouvel insecticide à base d'hydrocarbure chloré.** (A new chlorinated hydrocarbon insecticide.) *J. econ. entom.*, 38, p. 661-668, 1945.

Le composé chloré signalé ici a pour formule brute $C^{10}H^6Cl^8$. Il s'agit probablement du « Chlordane », dont la matière active serait l'octochlorométhanotétrahydroindane. C'est un liquide visqueux, incolore, dépourvu d'odeur, insoluble dans l'eau, mais soluble dans la plupart des solvants organiques. Il est légèrement volatil, plus que le D. D. T. Une alcalinité faible lui fait perdre HCl et donner un dérivé inactif. Pour l'homme, il exerce une action irritante sur la peau et les muqueuses. Les produits commerciaux sont des liquides émulsionnables ou des poudres préparées par imprégnation.

L'action insecticide de ce produit est remarquable. Comme toxique d'ingestion sur le Criquet *Melanoplus differentialis*, il est supérieur au D. D. T. Il surpasse également le D. D. T. dans le cas des Blattes, de certains Pucerons et des larves de Doryphores. En général, son action est lente.

M. Rau.

Smith (R. H.). — **Emploi du « Thanite » contre les fourmis.** (Thanite as a control for ants.) *J. econ. entom.*, 38, p. 604, 1945.

Cet insecticide, qui est à base de thiocyanacétate d'isobornyle, est surtout utilisé contre les Mouches et les Moustiques. Atomisé sur les fourmilières d'*Irodomyrmex humilis* (Fourmi d'Argentine), il chasse les insectes pour plusieurs jours. Une légère barrière du produit suffit à arrêter les fourmis et celles qui la touchent sont paralysées et meurent en quelques heures.

M. Rau.

Eide (P. M.). — **Essais d'insecticides sur les Abeilles.** (Experiments with insecticides on honeybees.) *J. econ. entom.*, 40, p. 49-54, 1947.

Au cours d'essai de toxicité alimentaire ou de contact sur des Abeilles, les composés suivants se sont montrés inoffensifs : 2.4.D., pipéronylcyclohexanone, dibenzylpyrone (= xanthone), phénothiazine, octochlorométhanotétrahydroindane (= chlordane).

La roténone et le dianisyltrichloréthane sont toxiques dans certaines conditions; la roténone l'est peu : les poudres doivent en contenir au moins 3,5 p. 100 pour être dangereuses. La cryolithe, l'arséniate de chaux, les composés dinitrés, la cévadille, le D. D. T., le tétraphosphate d'hexaéthyle et l'H. C. H. sont très toxiques.

Les apiculteurs doivent éloigner leurs ruches des vergers où l'on utilise les composés dinitrés au moment de la floraison, pour diminuer le nombre des fleurs. Les observations de plein champ montrent que le D. D. T. est beaucoup moins dangereux pour les Abeilles que l'arséniate de chaux ou la cryolithe, lorsqu'il est employé sous forme de poudres à 5 p. 100.

M. Rau.

KNOWLTON (G. F.). — **D. D. T. et Abeilles.** (D. D. T. and bees.) *Mimeo. ser. Utah Agr. exp. st.*, n° 321, 1 p., 1946; in : *Rev. appl. entom.*, 35, p. 109, 1947.

La toxicité du D. D. T. envers l'Abeille a été essayée au laboratoire et en plein champ. Dans les plantations de coton du Texas et les champs de luzerne de l'Arizona, les poudrages par avion d'un produit à 10 p. 100 de D. D. T., à raison d'environ 15 kilogrammes à l'hectare, ne causent pas de mortalité chez les Abeilles. Les Abeilles d'une ruche dont l'entrée avait été fortement poudrée au D. D. T. paraissaient normales plusieurs semaines après le traitement. Des exemples sont donnés de butineuses visitant des cultures traitées en pleine floraison et n'en paraissent pas incommodées. La conclusion de cette étude est que les traitements au D. D. T. ne sont pas plus dangereux pour l'Abeille que les traitements arsenicaux, et peut-être moins.

M. RAU.

KULASH (W. M.). — **Emploi du D. D. T. pour détruire des Abeilles.** (D. D. T. and « control » of honeybees.) *J. econ. entom.*, 38, p. 609-610, 1945.

L'A. donne des détails sur la destruction par le D. D. T. d'une colonie d'Abeilles qui s'était logée sous le toit d'une maison. On a d'abord projeté dans la direction de la colonie une bouillie à 1 p. 100, puis une poudre à 3 p. 100 de D. D. T. Une semaine plus tard, nouveau poudrage à 5 p. 100; 56 grammes de poudre sont poudrés à l'intérieur de la cavité où se trouvent les Abeilles. On a constaté la paralysie de nombreuses Abeilles 15 à 30 minutes après le traitement. Il a fallu au total six semaines pour que la colonie, affaiblie et attaquée par des Guêpes, ait complètement disparu.

M. RAU.

MUNSON (S. C.) et YEAGER (J. F.). — **Injection dans les Blattes de produits ayant les mêmes effets que le D. D. T.** (D. D. T. like effects from injection of other compounds into roches.) *J. econ. entom.*, 38, p. 618, 1945.

Une série de produits, injectés dans les nymphes de *Periplaneta americana*, amènent la mort plus rapidement que le D. D. T.; les trois plus actifs sont : la phénothiazine, la tétrachlorohydroquinone et l'hydroquinone.

Les composés qui provoquent les symptômes les plus voisins du D. D. T. sont : le p. dichlorobenzène, l'hydroquinone, l'aniline, le phénol. Le benzène est moins actif que le D. D. T., mais ses dérivés chlorés ou aminés en position para le sont autant ou plus. Ceci tend à confirmer que, dans la molécule de D. D. T., ce sont les noyaux chlorobenzène qui constituent la fraction toxique, la chaîne aliphatique (chloral) ne servant qu'à en assurer la pénétration dans les insectes. Les composés les plus solubles dans l'eau sont les moins actifs, ce qui laisse supposer qu'ils sont plus facilement excrétés. Certains faits indiquent que l'action du D. D. T. peut être due à son effet sur le système cytochrome-oxydase de l'insecte. Plusieurs des produits les plus actifs sont en effet des oxydants des enzymes cytochromiques.

M. RAU.

DECKER (G. C.). — **Usages agricoles du D. D. T., notamment en ce qui concerne l'importance des résidus de traitement.** (Agricultural applications of D. T. T., with special reference to the importance of residues.) *J. econ. entom.*, 39, p. 557-562, 1946.

La législation américaine tolère la vente des fruits et légumes portant du D. D. T. en quantité ne dépassant pas 7 milligrammes par kilogramme. De nombreux assais toxicologiques ont été effectués afin d'évaluer le danger que présente le D. D. T. pour les animaux supérieurs. Peu de ces essais sont utilisables. Il faut en général de 50 à 200 milligrammes de D. D. T. par kilogramme pour causer une intoxication aiguë ou subaiguë. En intoxication lente, des aliments contenant 0,5 gramme à 1 gramme de D. D. T. par kilogramme peuvent être donnés aux animaux pendant de longues périodes sans amener de troubles.

Le D. D. T. s'accumule dans les graisses des animaux, où on en retrouve de 270 à 380 milligrammes par kilogramme; le foie n'en retient que de 1 à 4 milligrammes par kilogramme. Les accidents ne se produisent que lorsque le dépôt dans les graisses dépasse 300 milligrammes.

On possède peu de données sur les teneurs en D. D. T. des produits végétaux récoltés; les quelques chiffres connus ne sont pas inquiétants. Aucun cas n'a été signalé d'animal mort après avoir mangé des plantes traitées. La question de la fixation de l'insecticide dans la matière grasse du lait est à l'étude. On peut penser que, chez l'homme, on attribue au D. D. T. bien des malaises qui ont une autre origine.

M. Rau.

Anonyme. — **La tolérance admise pour les résidus de D. D. T.** (D. D. T. residues tolerance announced.) *Illinois hort.*, 35, p. 4-5, 1946; in : *Rev. appl. entom.*, 35, p. 110, 1947.

On sait que la législation fédérale des États-Unis impose des limites aux quantités de matières toxiques restant, au moment de la récolte, sur les fruits et légumes qui ont reçu des traitements insecticides. Cette « tolérance » est fixée, provisoirement, pour le D. D. T., au même chiffre que pour le plomb, soit 7 milligrammes par kilogramme. Il n'y a d'ailleurs pas encore de moyen pratique de débarrasser les fruits des résidus de D. D. T.

Les dosages montrent que les fruits conservent de l'ordre de 7 milligrammes de D. D. T. par kilogramme, quand ils ont subi deux traitements, 10 milligrammes pour quatre ou cinq traitements, 13 milligrammes pour six à huit traitements. La limite légale n'est cependant pas dépassée après sept pulvérisations comportant seulement 15 grammes de D. D. T. par hectolitre. La méthode d'analyse est basée sur le dosage du chlore du D. D. T.

M. Rau.

Mackerras (I. M.) et Nest (R. F. K.). — **Intoxications au D. D. T. chez l'homme.** (D. D. T. poisonning in man.) *Med. J. Austr.*, 4 p., mars 1946; in : *Rev. appl. entom.*, 35, p. 190, 1947.

Plusieurs emploisonnements par le D. D. T. ont été constatés en Nouvelle-Guinée : 25 hommes ont été malades pendant 48 heures pour avoir mangé de la tarte contenant du D. D. T. au lieu de levure. Un homme qui utilisait journellement une solution huileuse de D. D. T. contre les Moustiques, a éprouvé au bout de plusieurs semaines une enflure de la main et un affaiblissement du bras. Il a ensuite présenté des symptômes généraux, qui ont disparu en quelques jours. Enfin, un homme ayant reçu du D. D. T. dans les yeux, est devenu aveugle en une nuit. Il a ensuite guéri complètement.

M. Rau.

Lindgreen (D. L.) et Sinclair (W. B.). — **Absorption de l'acide cyanhydrique par des pupes d'insectes.** (Sorption of HCN by insect pupae.) *J. econ, entom.*, 38, p. 617, 1945.

L'action insecticide d'un gaz dépend, entre autres facteurs, de la physiologie de l'insecte à ses divers stades. Même lorsque deux insectes absorbent la même quantité de gaz, les D. L. M. peuvent être différentes pour les deux espèces. Les autres facteurs de la toxicité sont en relation définie avec l'absorption du gaz. Au cours d'un essai fait sur des pupes de Mouche domestique, les insectes sont restés pendant 40 minutes à 24° dans une atmosphère renfermant 16,8 milligrammes d'HCN par litre. Les quantités d'HCN retrouvées par gramme de pupes sont de 0,8 milligramme le premier jour, et 0,4 milligramme à partir du troisième jour. Les quantités de gaz retrouvées, portées sur un graphique en fonction des temps, donnent une courbe voisine de la courbe de mortalité des pupes de *Tribolium confusum* de différents âges, quand elles sont traitées par des concentrations déterminées de chloropicrine.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. P. 800253.

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

ÉTUDE D'UNE FAMILLE D'EFFRAIE

(*Tyto alba* Scopoli)

EN CHARENTE-MARITIME

PAR

J. Giban, M. Gatineau et R. Guibert.

SOMMAIRE

Pages.

Chapitre I. — Histoire de la famille d'effraie :

1. Emplacement de la station 248
2. La pariade, la ponte, l'éclosion des jeunes 248
3. Quelques observations sur les jeunes 248

Chapitre II. — Notes sur la morphologie des pelotes :

1. Variation de la longueur et de la largeur 250
2. Corrélation entre la longueur et la largeur 251

Chapitre III. — Le régime alimentaire :

1. Les lots de pelotes étudiées 253
2. Résultats généraux des analyses de pelotes 253
3. Les Insectivores 254
4. Les Rongeurs 254
5. Les Oiseaux 254
6. Les Batraciens anoures 255
7. Les Insectes 255
8. Relation entre les principaux groupes de proies 256
9. Le régime alimentaire de l'Effraie en Charente-Maritime et en Vendée 257

Chapitre IV. — Les variations du régime alimentaire au cours de l'année :

1. Les consommations journalière et annuelle moyennes 258
2. Variation de la consommation au cours de l'année 260
3. Essai d'interprétation des variations de la représentation de chaque groupe de proie 261

Résumé et Conclusions 262

En décembre 1946, l'un d'entre nous découvrait à Juicq, petite commune située à 15 kilomètres environ au Nord-Nord-Est de Saintes (Charente-Maritime) la station

d'une Effraie, *Tyto alba* Scopoli. Nous décidâmes d'entreprendre l'étude suivie du régime alimentaire de cet oiseau d'après l'examen des pelotes de rejection recueillies régulièrement à cet endroit deux fois par mois.

A la visite du 18 avril 1947, la présence d'un deuxième oiseau était constatée et dès lors, c'est le couple que nous suivîmes jusqu'en novembre 1947, date à laquelle la vieille chapelle où se trouvait la station fut livrée aux maçons pour sa restauration. Les oiseaux devaient abandonner la place et nos observations s'en trouvaient prendre fin. Comme le premier lot de pelotes recueillies était en majeure partie bien antérieur à sa date de récolte, nous pensons que nous avons eu en mains le matériel correspondant à douze mois environ.

CHAPITRE I^er^.

HISTOIRE DE LA FAMILLE D'EFFRAIE.

1. *Emplacement de la Station.* — La Station était, nous l'avons dit, une chapelle abandonnée depuis quelques années. Elle était située dans un des angles du faux grenier du bâtiment. Il n'y eut pas de nid à proprement parler; les œufs furent pondus à même le plancher, au milieu des débris de vieilles pelotes, comme cela est la règle pour l'espèce.

La région environnante est un paysage assez sauvage, constitué par des bois, des prairies naturelles, des terres incultes et un petit marais.

2. *La pariade, la ponte, l'éclosion des jeunes.* — Nous avons dit que ce n'est qu'à la visite du 18 avril qu'une deuxième Effraie fut remarquée. La précédente visite ayant eu lieu le 7 avril, il est vraisemblable que la pariade eut lieu dans la première quinzaine d'avril.

La visite du 9 mai révélait la présence de 6 œufs qui ont donc été pondus un peu antérieurement à cette date; l'un d'entre eux avait été poussé hors du nid, à 25 centimètres environ; selon toute vraisemblance, cet œuf qui restera toujours à l'écart du nid, était un œuf non fécondé.

Le 28 mai, la naissance de 2 jeunes était constatée et le 2 juin, celle de 2 autres qui ne vécurent pas longtemps puisque la disparition de l'un était enregistrée à la visite du 13 juin et celle de l'autre, le 23 juin.

Un œuf ne devait pas éclore et disparaissait du nid ainsi que celui qui avait été mis dès le début à l'écart.

Que sont devenus les œufs et les jeunes disparus ?

Les analyses de pelotes nous ont montré que 3 pelotes distinctes contenaient des débris de coquille dont la teinte et le relief sont ceux des œufs de Strygiformes. Il n'est pas possible de dire si ces coquilles correspondent aux œufs éclos ou aux œufs non fécondés disparus.

Une autre pelote contenait les débris d'un jeune oiseau dont la mandibule et les os crâniens ont la même forme que ceux d'une Effraie; selon toute probabilité, il s'agit là des restes d'un des poussins disparus et nous pouvons conclure à une manifestation de cannibalisme des Effraies à l'égard de leurs jeunes ce qui est une confirmation de ce que pensaient nombre d'auteurs.

3. *Quelques observations sur les jeunes.* — Nous résumons brièvement ici les observations faites par l'un de nous ayant trait à l'évolution du plumage et du comportement des

jeunes au cours de leur croissance. Nous pensons que les 2 poussins qui seuls ont survécu sont nés aux environs du 26 mai si nous en jugeons d'après les dates données au précédent paragraphe et si, d'après elles également, nous estimons à deux jours environ l'espace de temps moyen séparant deux éclosions consécutives. Le 26 mai est donc le jour 0 ± 2.

Voici quelles sont les principales observations :

2e jour (28 mai) : Les jeunes sont couverts d'un duvet blanc, fin et soyeux, mais peu fourni; ils ont les yeux clos. Leur cri est un soufflement à peine perceptible.

18e jour : Les yeux sont ouverts. Le soufflement rappelle celui du chat en colère.

28e jour : Le duvet est épais et bien fourni. Les jeunes manifestent leur frayeur par des claquements de bec.

29e jour : Le duvet tombe (il s'agit sans doute du 2e duvet); les rémiges ont déjà 3 à 4 centimètres de longueur; les plumes du disque facial et les tectrices commencent à apparaître.

52e jour : Les tectrices recouvrent le corps mais, çà et là, des brins du duvet restent en place. Les jeunes se défendent du bec et des griffes.

63e jour : La livrée est celle de l'adulte mais de teinte un peu moins foncée.

71e jour (4 août) : Un jeune a quitté le nid.

78e jour (11 août) : Le deuxième jeune a abandonné aussi le refuge natal.

Notons en outre qu'à la date du 27 juillet, les parents étaient en pleine mue, comme le prouvaient les plumes trouvées aux abords du nid.

CHAPITRE II.

NOTES SUR LA MORPHOLOGIE DES PELOTES [1].

Les pelotes d'Effraie ont un aspect général extrêmement caractéristique qui a été très souvent décrit par les auteurs. Mais leur forme est assez variable : les unes sont cylindriques, les autres globuleuses, d'autres pyriformes, etc. Dans la planche accompagnant ce texte, nous donnons quelques photographies illustrant cette variabilité. Aux formes courantes des figures nos 1, 2, 4, 5, 6, 8 et 9, nous avons joint deux formes accidentelles, l'une (voir fig. n° 7) est celle d'une pelote contenant des Insectes et des Batraciens et n'ayant aucune consistance, l'autre (voir fig. n° 3) doit ses particularités à la présence des restes d'une Grenouille verte dont le squelette était resté intact avec toutes ses connexions anatomiques sans avoir été disloqué par les contractions de l'estomac.

Il nous a paru intéressant de voir, sur le matériel dont nous disposions, si ces différentes formes n'étaient pas simplement une vue de l'esprit; autrement dit, était-il possible de trouver tous les intermédiaires possibles entre chacune d'elle. Pour cela nous avons considéré les 446 pelotes dont nous avions les photographies avec indication

[1] Les résultats rapportés dans ce chapitre, ainsi que ceux qui le seront dans le paragraphe n° 8 du chapitre suivant, ont été obtenus avec la coopération de M. M. Hallaire de la Station centrale de Bio-climatologie de l'I. N. R. A., qui a bien voulu se charger de l'analyse mathématique de nos données expérimentales. Nous le remercions bien vivement de la précieuse contribution qu'il a ainsi apporté à notre travail.

de l'échelle de reproduction. Sur ces photographies nous avons mesuré la plus grande longueur et la plus grande largeur de chaque pelote que nous appellerons par abréviation «longueur» et «largeur».

1. *Variation de la longueur et de la largeur.* — L'étude statistique de la variation de la longueur et de la largeur est résumée dans les graphiques n°s 1 et 2. Sur ces graphiques, nous avons tracé la courbe de fréquence de la longueur (ou de la largeur) qui indique la répartition du nombre des mesures effectuées suivant la valeur de la dimension consi-

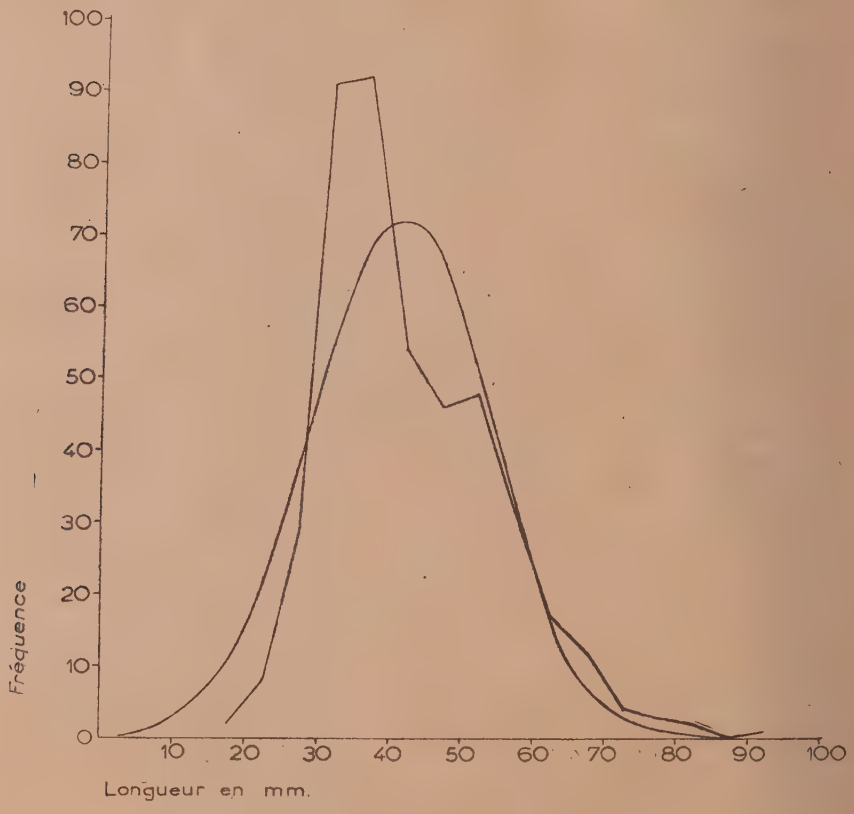


FIG. 1. — *Courbes de fréquence théorique et réelle de la longueur des pelotes.*

La courbe théorique est la courbe en cloche; la courbe réelle est le contour polygonal dont les éléments analytiques sont les suivants : moyenne : 41,78 mm; médiane : 39,59 mm; écart standard: σ : 12,30.

dérée; nous avons également porté sur ces graphiques la courbe de GAUSS correspondante c'est-à-dire la courbe indiquant la répartition théorique du nombre des mesures si la dimension considérée (longueur ou largeur) variait suivant la loi de GAUSS.

Si nous considérons ces courbes, nous voyons que les courbes réelles sont assez nettement distinctes des courbes théoriques, c'est donc que les variations de la longueur et de la largeur des pelotes s'écartent assez notablement de celles que laisse prévoir la loi de GAUSS.

L'examen plus détaillé des courbes réelles montre qu'elles sont dissymétriques : la

variation de la longueur s'étale davantage vers les plus fortes dimensions que vers les plus faibles et inversement en ce qui concerne la largeur. Ceci à notre avis, a une explication physiologique simple : les pelotes sont formées dans l'estomac et régurgitées en passant dans l'œsophage; la largeur est donc limitée par la possibilité de distension de l'œsophage alors que la longueur n'est guère limitée que par la capacité de l'estomac. Là est sans doute la raison des différences observées entre les courbes réelles et théoriques.

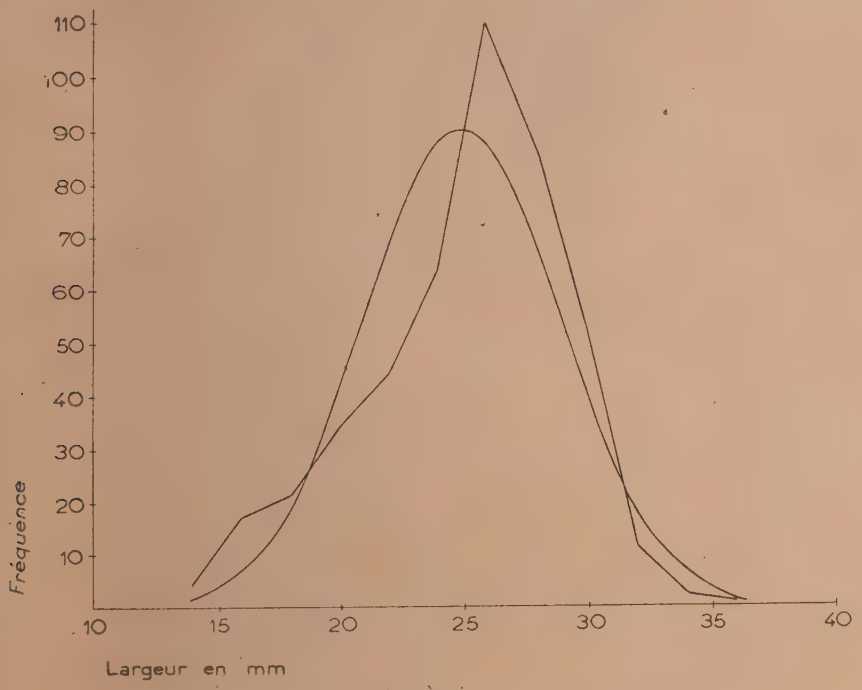


FIG. 2. — *Courbes de fréquence théorique et réelle de la largeur des pelotes.*

La courbe théorique est la courbe en cloche; la courbe réelle est le contour polygonal dont les éléments analytiques sont : moyenne : 25,00 mm; médiane : 25,30 mm; écart standard : σ : 4,04.

2. *Corrélations entre longueur, largeur et allongement.* — Bien que la longueur et la largeur aient des variations s'écartant quelque peu de la normale, il est possible d'étudier la corrélation pouvant exister entre ces deux dimensions; autrement dit voyons si la longueur et la largeur varient ou non d'une façon indépendante l'une de l'autre.

Si l'on considère les pelotes ayant une longueur donnée on voit sur le graphique n° 3 que les largeurs possibles s'étalent sur un assez large intervalle; de même à une largeur donnée correspondent des longueurs susceptibles de varier grandement. C'est ce qu'on exprime en disant qu'il y a une corrélation faible entre ces deux dimensions et c'est ce qu'on démontre mathématiquement en calculant l'équation des deux droites de régression portées sur le graphique et en constatant qu'elles sont nettement distinctes l'une de l'autre.

Le rapport de la largeur à la longueur traduit l'allongement de la pelote. Cet allonge-

ment est également mesuré par le rapport de l'ordonnée à l'abscisse d'un point représentatif et n'est autre que la pente de la droite joignant l'origine à ce point représentatif. Nous voyons sur le graphique n° 3 que tous les points représentatifs sont compris entre les deux droites passant par l'origine et de pentes respectives 0,25 et 1, c'est-à-dire que toutes les pelotes observées vont de la forme ronde (allongement = 1) à la forme allongée pour laquelle la longueur égale 4 fois la largeur.

Si l'on coupe le nuage des points représentatifs par une droite passant par l'origine, c'est-à-dire si nous considérons les pelotes ayant un allongement déterminé, nous

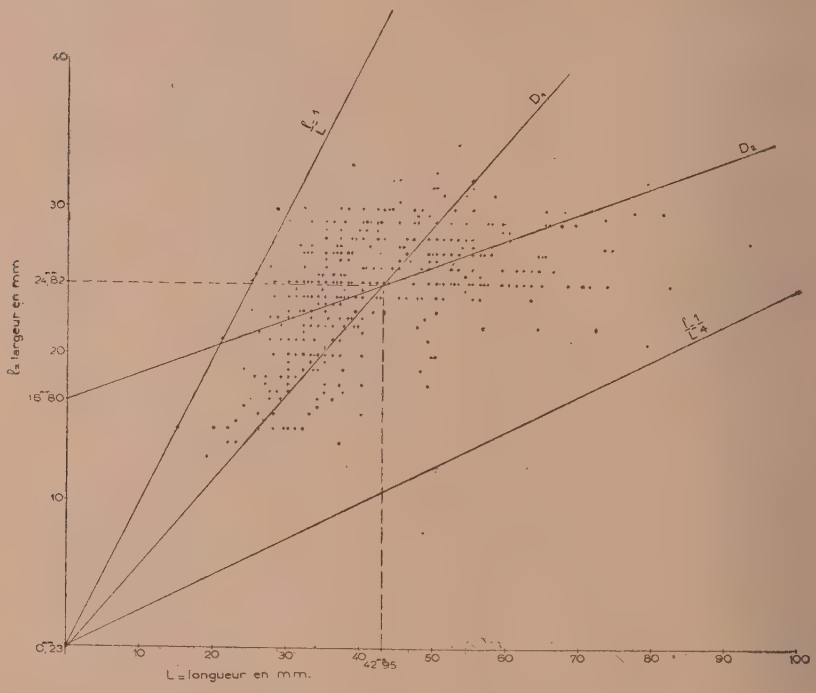


Fig. 3. — *Corrélation entre la longueur et la largeur des pelotes.*

\+ 1 observation.
● 2 observations.
▲ 3 —
■ 4 —

Les droites D1 et D2 passant par le point d'abcisse 42,95 mm et d'ordonnée 24,82 mm sont les deux droites de régression.

constatons que les points situés sur cette droite ou à son voisinage immédiat correspondent à des longueurs et largeurs extrêmement variables. A une forme donnée ne correspondent pas des valeurs déterminées de l'allongement. C'est ce qu'on exprime en disant qu'il y a une corrélation faible entre l'allongement d'une part et la longueur ou la largeur d'autre part.

La conclusion qui s'impose est donc que la pelote de rejection de l'Effraie est extrêmement variable dans sa forme ou, tout au moins, dans son allongement et que cette variation est tout à fait continue : il n'est pas possible de distinguer un nombre limité

de formes définies que l'on prendrait comme formes-type. Ceci, à notre avis s'explique bien simplement si l'on songe à l'hétérogénité des matériaux composant les pelotes susceptibles eux-mêmes de varier en quantité, en nature et en forme.

CHAPITRE III.

LE RÉGIME ALIMENTAIRE.

1. *Les lots de pelotes étudiées.* — Il a été recueilli périodiquement (2 fois par mois) un total de 460 pelotes, plus un tas de débris relativement récents pouvant représenter 40 pelotes environ. Ceci ne correspond évidemment qu'à une partie de la nourriture réellement consommée en onze à douze mois par la famille d'Effraies étudiée. Nous pensons que cet ensemble représente un peu moins de la moitié du total des pelotes rejetées de décembre 1946 à novembre 1947.

Les 460 pelotes sont constituées par 3 lots distincts :

Le lot A : composé de pelotes dont nous connaissons avec certitude les époques de production;

Le lot A' et le lot A'' dont nous connaissons seulement les dates de récolte (A' le 4 juin, A'' le 6 octobre); le lot A' correspond aux pelotes rejetées à la station depuis plusieurs mois jusqu'au 4 juin, il est formé de 160 pelotes; le lot A'' trouvé dans un coin du grenier correspond certainement aux mois d'été mais remonte peut-être à une date plus ancienne pour quelques-unes des 52 pelotes qui le constituent.

2. *Résultats généraux des analyses de pelotes*[1]. — L'analyse de la totalité du matériel recueilli (lots A, A', A'', plus les débris) peut se résumer par le tableau suivant :

	NOMBRE.	POURCENTAGE DU TOTAL des Vertébrés.
		p. 100.
PETITS MAMMIFÈRES :		
Insectivores	699	34,4
Rongeurs	1.272	62,6
OISEAUX	3	0,2
BATRACIENS ANOURES	55	2,7
INDÉTERMINÉS	2	0,1
TOTAL des Vertébrés	2.031	100,0
INSECTES	87	

Ce tableau nous montre que la part des Oiseaux et des Insectes dans l'alimentation des Effraies étudiées a été pratiquement nulle, celle des Batraciens faible, mais non négligeable. Ce sont les Rongeurs et les Insectivores qui ont, avant tout, constitué la nourriture de ces Effraies.

Notons, en outre, qu'aucun cadavre de proie n'a été observé auprès du nid, alors qu'habituellement on en trouve des quantités plus ou moins importantes, qui pourrissent

[1] Nous avons procédé nous-même à l'identification des espèces représentées dans les pelotes à l'exception de certains oiseaux et insectes déterminés les premiers par MM. J. BERLIOZ et J. DORST du Laboratoire d'Ornithologie du Museum national d'Histoire naturelle, les seconds par M. L. CHOPPART, également du Museum, et M. D'AGUILAR du Laboratoire de Faunistique de l'I. N. R. A. Que tous veuillent bien trouver ici l'expression de notre gratitude pour le concours qu'ils ont aimablement apporté à notre travail.

sans être consommées. Si l'on rapproche de ce fait, la disparition d'un œuf non éclos, mais peut-être susceptible d'éclore et le massacre des 2 poussins derniers-nés, on peut penser que tout ceci traduit la pauvreté des ressources alimentaires durant le printemps 1947.

3. *Les Insectivores.* — Nous avons dénombré 699 Insectivores dont la répartition par espèce est résumée dans le tableau suivant.

ESPÈCES.	NOMBRE.	POURCENTAGE.
		p. 100.
Talpa europaea L., Taupe	1	0,1
Sorex araneus L., Musaraigne carrelet	186	26,6
Sorex minutus L., Musaraigne pygmée	31	4,4
Crocidura russula Hermann, Crocidure aranivore	351	50,2
Crocidura leucodon Hermann, Crocidure leucode	56	8,2
Crocidura sp.	69	9,9
Suncus etruscus Savi, Pachyure étrusque	2	0,3
Soricinés indéterminés	3	0,4
	699	99,9

Nous y voyons que les espèces de petite taille (Musaraignes et Crocidures) et même de très petite taille (Pachyure étrusque) constituent la quasi-totalité des Insectivores consommées alors que les espèces de taille plus forte ne sont représentées que par un seul individu : une Taupe.

4. *Rongeurs.* — Le détail par espèce est le suivant :

ESPÈCES.	NOMBRE.	POURCENTAGE.
		p. 100.
Murinés :		
Rattus rattus L., Rat noir	4	0,3
Apodemus sylvaticus L., Mulot	724	56,9
Micromys minutus Pallas, Rat des moissons	2	0,2
Microtinés :		
Microtus arvalis Pallas, Campagnol des champs	355	27,9
Microtus agrestis L., Campagnol agreste	103	8,1
Clethrionomys glareolus Schreber, Campagnol roussâtre	63	4,9
Arvicola terrestris amphibius L., Campagnol d'eau	7	0,6
Indéterminés	14	1,1
	1.272	100

Là encore, nous remarquons qu'en règle générale, seules les espèces de petite taille (Mulot et petits Campagnols) ont été capturés. Toutefois, les espèces de taille plus forte (Campagnol d'eau) sont mieux représentées que chez les Insectivores : 11 individus sur 1.272, soit 0,8 p. 100 au lieu de 0,1 p. 100.

Les Campagnols roussâtres (*Clethrionomys glareolus*), animaux essentiellement forestiers, ne représentent que 4,9 p. 100 du nombre total des Rongeurs. Ce faible pourcentage n'est certainement pas en rapport avec le nombre de Campagnols roussâtres vivant dans cette région boisée. Ceci prouve que les Effraies étudiées ne chassaient pas sous bois.

5. *Les Oiseaux.* — Nous n'avons trouvé que deux Oiseaux au total : une Fauvette des buissons (*Prunella modularis* L.) et un autre Oiseau indéterminable dont nous n'avons retrouvé que le gésier. On peut considérer ces deux captures comme purement accidentelles surtout si l'on songe qu'elles se rapportent à une période de onze ou douze mois consécutifs.

A ces deux oiseaux, il convient de joindre pour être complet, une jeune Effraie (*Tyto alba* L.) et trois fois des débris de coquille d'œufs de cette même espèce. Comme nous l'avons déjà vu, on peut y ajouter encore une autre jeune Effraie bien que la pelote en contenant les restes n'ait pas été retrouvée.

6. *Les Batraciens anoures.* — Sur 55 Batraciens anoures trouvés, 42 appartiennent certainement au genre Rana et les 13 autres aussi sans doute sans qu'on puisse l'affirmer catégoriquement. Parmi les *Rana*, nous avons identifié 5 *Rana esculenta* L. et 17 *Rana temporia* L. et *R. agilis* Thomas.

La présence parmi les proies, de Grenouilles vertes (*R. esculenta*), bêtes ne quittant que bien accidentellement le milieu aquatique, démontre que nos Effraies chassaient volontiers dans le marais, comme tendait déjà à le prouver la capture de Campagnols d'eau (*Arvicola terrestris amphibius*).

7. *Les Insectes.* — Malgré leur nombre, les Insectes ne constituent, en réalité, qu'une fraction infime du régime alimentaire de notre couple. Une seule pelote a été trouvée entièrement constituée de débris d'Insectes. Cette pelote contenait les restes de 18 petits Hannetons Rhizotrogues et d'un Géotrupe. Une autre fois, nous avons trouvé les restes de 11 Courtilières dans la même pelote. Toutes les autres fois, il n'y avait qu'un Insecte ou deux par pelote.

Liste des espèces :

ESPÈCES.	NOMBRE.	
Coléoptères :		
Rhizotrogus sp.	19	23
Geotrupes sp.	1	
Copris lunaris L.	1	
Lucanus cervus L.	2	
Névroptères :		
Myrmeleon sp.	1	1
Orthoptères :		
Locusta migratoria L.	4	60
Meconema thallissima de Geer	1	
Calliptamus italicus L.	1	
Platycleis occidentalis Zenner	3	
Platycleis affinis Fieb.	1	
Tettigonia viridissima L.	11	
Dection albifrons F.	1	
Conocephalus dorsalis Latr.	1	
Homocoryphus nitidulus Scop.	1	
Gryllus campestris L.	18	
Gryllotalpa vulgaris Latr.	18	
Indéterminés.	3	3
		87

Ces insectes sont trop nombreux pour qu'il y ait eu capture accidentelle en même temps que d'autres proies. Le fait de trouver 19 insectes dans une même pelote et 11 dans une autre le prouve indubitablement. Mais il est hors de doute que ces Insectes, représentés surtout par des Orthoptères qui furent particulièrement abondants l'été 1947, ne sont pas en proportion de leur nombre dans la nature. Nos Effraies ont donc chassé sciemment ces Insectes mais ils ne les recherchaient pas.

8. *Relation entre les principaux groupes de proies.* — Si nous laissons de côté les Insectes et les Oiseaux que l'on peut considérer comme des proies accidentelles, nous voyons que l'alimentation de la famille d'Effraies étudiée s'est composée des représentants des 4 groupes suivants : Soricinés, Murinés, Microtinés et Batraciens anoures. Dans les pelotes, nous trouvons les représentants de ces groupes soit seuls, soit associés. Nous nous sommes demandés si cette association était due au hasard ou bien si un certain choix de la part des Effraies avait pu la provoquer.

Pour cela, nous avons considéré les 446 pelotes ne contenant que des représentants des 4 groupes principaux et nous avons calculé quel aurait été le nombre théorique de pelotes contenant les représentants de 1, 2, 3 et 4 groupes si seul le hasard avait présidé à leur réunion, en admettant pour chacun d'eux une chance de capture proportionnelle au nombre de pelotes dans lesquelles ils sont représentés. Puis nous avons comparé cette répartition normale à celle observée et le tableau suivant donne les éléments de cette comparaison.

GROUPES REPRÉSENTÉS.	NOMBRE DE PELOTES. CALCULÉ. m.	OBSERVÉ. $m + x$.	$\frac{x^2}{m}$.
Soricines	30	18	4,8
Murinés	61	89	12,9
Microtinés	36	57	9,5
Batraciens anoures	2	2	–
Soricinés-Murinés	68	67	0,02
Soricinés-Microtinés	41	47	0,9
Soricinés-B. anoures	2	2	–
Murinés-Microtinés	85	56	9,9
Murinés-B. anoures	4	2	1,0
Microtinés-B. anoures	2	3	0,5
Soricinés-Murinés-Microtinés	95	85	1,0
Soricinés-Murinés-B. anoures	4	6	1,0
Soricinés-Microtinés-B. anoures	3	7	5,3
Murinés-Microtinés-B. anoures	5	2	1,8
Soricinés-Murinés-Microtinés-B. anoures	6	3	1,5
TOTAUX	446	446	50,1

De ce tableau il ressort tout d'abord que la répartition observée est certainement anormale étant donné la forte valeur du χ^2 ($= 50,1$)[1].

Il s'ensuit donc que notre hypothèse de départ est certainement fausse : la chance de capture n'a pas été pour les proies celle qu'implique le seul jeu de la loi des probabilités. D'autres causes sont intervenues qu'il nous faut tenter d'identifier.

Si nous considérons de plus près les différences observées entre les chiffres réels et théoriques, nous constatons que les Batraciens anoures ont une répartition que l'on peut

[1] On sait que par définition, $\chi^2 = \Sigma \frac{x^2}{m}$ et que ce critérium est le plus utilisé de ceux que l'on a pour comparer une répartition calculée à une observée.

estimer normale; ce ne sont pas eux qui sont à l'origine de l'anomalie constatée et l'on est en droit de penser que, associés aussi bien à tel groupe de proie qu'à tel autre, ils ont été capturés au hasard des rencontres et, vraisemblablement, n'ont constitué qu'un complément de nourriture pour les Effraies.

Par contre, les Murinés d'une part et les Microtinés d'autre part, montrent une forte tendance a être seuls dans les pelotes ce qui peut être l'indice de leur recherche particulière par les Effraies. On voit, en outre, que Murinés et Microtinés tendent nettement à n'être pas associés dans les mêmes pelotes, ce qui, à notre avis, résulte du fait que les habitats de leurs principaux représentants (le Mulot et le Campagnol des champs) sont assez distincts l'un de l'autre.

Les Soricinés montrent une nette tendance à être associés à d'autres proies dans les pelotes et à l'être en particulier aux Microtinés. Ceci indique d'abord que les Soricinés ont le même habitat que les Microtinés et que, d'autre part, il y a une forte présomption pour que les Soricinés ne soient qu'une proie de complément prise lorsque les autres proies viennent à manquer. Nous y reviendrons plus loin, lors de l'étude de la variation du régime alimentaire au cours de l'année.

9. *Le régime alimentaire de l'Effraie en Charente-Maritime et en Vendée.* — Dans la commune voisine de Juicq, à Saint-Hilaire-de-Villefranche, nous avons trouvé dans un moulin à vent, situé sur un petit plateau couvert de cultures, une station d'Effraie ou nous avons pu recueillir de décembre 1946 à mars 1947, 92 pelotes de rejection et 17 autres en septembre et octobre 1947.

Par ailleurs, Juicq et Saint-Hilaire-de-Villefranche sont à moins de 75 kilomètres à vol d'oiseau de Fontenay-le-Comte, centre de la région où M. G. Guérin conduisit son importante étude sur le régime alimentaire de l'Effraie.

Il nous a paru intéressant de confronter nos résultats à ceux de M. G. Guérin [1]. Il faut toutefois remarquer que nos résultats ont été obtenus dans des conditions bien différentes, puisqu'ils se rapportent à une année déterminée et à quelques Effraies, tandis que ceux de M. G. Guérin concernent plusieurs années et une dizaine d'individus ou couples de cette même espèce.

Le tableau suivant que nous empruntons partiellement à M. Chappellier [2] donne les pourcentages du nombre d'individus de chaque catégorie de proies rapporté au total des Vertébrés retrouvés dans les pelotes.

	CHARENTE-MARITIME.		VENDÉE.	
	JUICQ.	SAINT-HILAIRE.	MARAIS.	BOCAGE.
Nombre de proies	2.031	422	4.900	5.699
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
MAMMIFÈRES :				
Carnivores	–	–	–	0,02
Cheiroptères	–	0,24	–	0,18
Insectivores	34,41	43,13	34,63	29,09
Rongeurs	62,63	55,68	41,39	69,43
OISEAUX	0,15	0,95	0,94	0,40
SAURIENS	–	–	0,02	–
BATRACIENS	2,71	–	23,02	0,86
POISSONS	–	–	–	0,02
INDÉTERMINÉS	0,10	–	–	–

[1] GUÉRIN (G.). La vie des chouettes. Régime et croissance de l'Effraie commune. Fontenay-le-Comte (Vendée), 1928, 156 pages.

[2] CHAPELLIER (A.). — Les rapaces nocturnes (Hiboux et Chouettes) de la faune française et leur signification pour l'Agriculture et pour la chasse d'après les travaux d'ornithologistes français et étrangers. *Revue technique de la Protection des Végétaux*, à l'impression.

L'examen de ce tableau montre que nos résultats concordent avec ceux de M. G. Guérin et que le régime alimentaire de l'Effraie n'est susceptible que de variations minimes dans la région considérée, sauf en ce qui concerne la part prise par les Batraciens anoures qui est sujette à de très fortes variations en relation indéniable avec la richesse du milieu en ces animaux; la capture de Batraciens anoures est importante dans le Marais, accidentelle dans le Bocage et sur les coteaux de la Charente-Maritime (Saint-Hilaire-de-Villefranche); localement, la présence d'un marais peut influer : c'est le cas de Juicq.

CHAPITRE IV.

LES VARIATIONS DU RÉGIME ALIMENTAIRE AU COURS DE L'ANNÉE.

1. *Les consommations journalière et annuelle moyennes.* — Ces données intéressantes peuvent être calculées à partir de la «représentation» qui est le nombre moyen d'individus d'une catégorie de proies données trouvé dans une pelote. Par définition, nous avons donc :

$$\text{représentation} = \frac{\text{nombre d'individus}}{\text{nombre de pelotes}}.$$

Les 460 pelotes étudiées, se rapportant à la période de 11 à 12 mois considérée, nous donnent les représentations suivantes pour les principales catégories de proies :

Soricinés	1,20
Murinés	1,32
Microtinés	0,97
Batraciens	0,08
	3,57

D'après les travaux de M. G. Guérin[1], on peut admettre que l'Effraie rejette normalement 2 pelotes par jour. Il s'ensuit que chacun des membres de la famille étudiée a mangé en moyenne chaque jour : $2 \times 3,57 = 7,14$ petits Vertébrés.

Nous avons tenté également d'estimer en poids la consommation journalière moyenne. La chose est plus difficile car, si nous connaissons avec une bonne approximation le nombre des individus de chaque espèce trouvés dans les 460 pelotes étudiées, nous n'avons aucun moyen de déterminer le poids de chacune de ces proies. Il nous faut donc adopter un poids moyen pour chaque espèce. Nous avons basé nos calculs sur les chiffres ci-dessous indiqués :

[1] Référence citée, p. 257.

ESPÈCES.	POIDS MOYEN.	REMARQUES.
	grammes.	
Talpa europaea	90	D'après les données des auteurs.
Sorex araneus	7	*Id.*
Sorex minutus	4	*Id.*
Crocidura sp.	6,5	*Id.*
Suncus etruscus	2	*Id.*
Rattus rattus	100	Cas particulier.
Apodemus sylvaticus	17	D'après nos données.
Micromys minutus	7	D'après les auteurs.
Microtus arvalis	15	D'après nos données.
— *agrestis*	30	*Id.*
Clethrionomys glareolus	15	*Id.*
Arvicola terrestris amphibius	100	Cas particulier.
Batraciens anoures	20	D'après nos données.

Les chiffres relatifs à *M. arvalis* et *C. glareolus* sont plus faibles que ceux donnés par les auteurs. Ils résultent des mesures faites lors de piégeages effectués à Versailles et en Sologne aux diverses époques de l'année. Nous estimons qu'ils représentent mieux que les chiffres des auteurs, la moyenne de poids des individus de ces deux espèces que des Effraies peuvent chasser d'un bout de l'année à l'autre, d'autant mieux, d'ailleurs, que nous avons noté lors des analyses de pelotes un fort pourcentage d'individus manifestement jeunes.

Dans le cas particulier de *R. rattus* et de *A. t. amphibius*, nous avons adopté un poids de 100 g nettement inférieur à celui de l'espèce car d'après les dimensions des os des quelques individus rencontrés, nous avions certainement affaire à de jeunes ou très jeunes individus.

Partant de ces données, on peut calculer que les 1.655 petits Vertébrés trouvés dans les 460 pelotes doivent approximativement représenter : 23,530 kilogrammes se répartissant comme suit :

Insectivores	3,691	kilogrammes.
Rongeurs	18,994	—
Batraciens anoures	0,760	—
Divers	0,085	—
	23,530	kilogrammes.

Une pelote représente donc en moyenne : $\frac{23,530}{460} = 51,15$ g. La consommation, moyenne d'une des Effraies observées s'élèverait donc pour l'année 1947 à 100 grammes par jour environ.

Quel a été le tribut prélevé par cette famille d'Effraie sur la faune des environs de la station durant la période d'étude (1er décembre 1946-15 novembre 1947)?

Chaque membre de la famille est resté sur les lieux une durée de temps différente. Approximativement on peut estimer leurs séjours aux chiffres suivants :

Premier parent	330 jours environ.
Deuxième parent	120 —
2 poussins	145 —
TOTAL	595 jours environ.

A ces 595 jours correspondent environ 1.200 pelotes de réjection dont la composition est la suivante, d'après les représentations établies plus haut :

Soricinés	1.440	individus.
Murinés	1.584	—
Microtinés	1.164	—
Vertébrés divers	12	—
	3.100	individus.

Il serait intéressant de pouvoir rapporter ce chiffre à la superficie du territoire de chasse des Effraies étudiées, ceci nous permettrait de nous rendre compte de l'importance du tribut prélevé sur les populations de petits Vertébrés de ce territoire et, par suite, de nous faire une idée assez précise, malgré la part de l'approximation dans les calculs, de l'effet de la prédation sur les populations-proie. Malheureusement, nous ne possédons actuellement aucune donnée qui puisse nous permettre d'évaluer cette superficie.

2. *Variation de la consommation au cours de l'année.* — Si, au lieu de prendre l'ensemble des 460 pelotes, nous considérons maintenant les 288 pelotes pour lesquelles nous sommes certains de la période de production, nous constatons que les représentations des principaux groupes de proies sont susceptibles de varier dans de notables proportions, d'une époque à l'autre de l'année. C'est ce qui apparaît dans le tableau suivant où pour chaque période considérée, nous avons porté, outre la représentation, l'estimation en poids de la consommation journalière d'une Effraie, calculée comme dans le cas du paragraphe précédent à partir des analyses de pelotes :

ÉPOQUE.	NOMBRE de PELOTES.	REPRÉSENTATION. SORICINÉS.	MURINÉS.	MICROTINÉS.	D. AMOURES.	TOTAL.	CONSOMMATION JOURNALIÈRE en grammes.
Décembre 1946	20	2,30	0,60	1,30	0	4,20	107,2
Janvier 1947	8	1,50	0,50	1,75	0	3,75	96,4
Février	9	2,00	0,77	1,22	0,22	4,21	118,6
Mars	5	1,00	0,60	1,00	0,40	3,00	89,6
Avril	21	1,66	0,86	1,24	0	3,76	97,0
Mai	36	0,63	1,47	0,86	0	2,96	99,8
Juin	69	0,65	1,78	0,80	0,06	3,29	108.0
Juillet	36	0,55	1,47	1,11	0,13	3,26	100,8
Début août	16	0,31	0,75	1,50	0	2,56	79,8
Septembre-octobre	54	2,05	1,90	0,90	0,07	4,92	125,6
Début novembre	14	2,14	0,57	1,07	0,43	4,21	99,6

D'après ce tableau, nous voyons que la représentation totale, c'est-à-dire, en définitive, le nombre moyen de proies consommées varie ainsi que celle de chaque groupe dans de très fortes proportions d'une période à l'autre. Par contre, la consommation journalière varie relativement peu; on peut calculer que sa variation est égale à la moyenne ± 22 p. 100. C'est donc que les Effraies étudiées ont, tout au long de l'année, mangé approximativement le même poids de nourriture représenté par un nombre variable d'individus. Il s'ensuit, en outre, que la représentation ne peut être utilisée en vue de l'interprétation des résultats que pour des catégories de proies dont les poids moyens sont voisins.

La représentation et la consommation journalière passent par un minimum au début d'août et par un maximum en septembre-octobre. Ce changement brusque n'est certai-

nement pas un artefact de nos notations, car entre ces deux époques nous notons également une variation brusque des Soricinés, des Murinés et à un moindre degré des Microtinés. C'est donc qu'un changement important dans la possibilité de se procurer des proies est intervenu dans la vie des Effraies.

Nous avons vu que les jeunes ont abandonné le nid vers le 11 août, de même que l'un des parents. En septembre-octobre, le territoire de chasse qui servait à nourrir toute la famille n'est sans doute plus prospecté que par une seule Effraie, celle qui reste fidèle au refuge. Dans ces conditions, étant donné qu'en 1947, la nourriture a semblé peu abondante, il peut paraître logique que le seul animal restant puisse se nourrir davantage sur le même terrain.

Mais cette hypothèse n'explique pas que la proportion des différents groupes de proies ait pu changer brutalement comme le montre la représentation des Soricinés et surtout des Murinés. Peut-être faut-il songer alors à un changement de territoire de chasse. C'est, il faut l'avouer, une hypothèse qu'aucun autre indice ne vient étayer et nous devons reconnaître que le changement brusque survenu entre août et septembre dans l'alimentation des Effraies étudiées reste sans explication satisfaisante.

3. *Essai d'interprétation des variations de la représentation de chaque groupe de proie.* — Le tableau donné au paragraphe précédent nous a révélé que la représentation de chaque groupe varie notablement d'une époque à l'autre. Il nous est possible de tenter l'interprétation de ces variations, sous la réserve de tenir compte des remarques faites. Il nous sera possible d'en déduire quelques hypothèses sur le comportement de l'Effraie à l'égard de ses proies.

Les Batraciens anoures. — Nous trouvons des Batraciens anoures dans les pelotes à trois périodes de l'année : en février-mars, en juin-juillet et en octobre-novembre. La première période correspond très sensiblement à la reprise d'activité de ces animaux qui gagnent le marais en vue de la reproduction; octobre-novembre correspond, de même, à l'époque où les Ranidae terrestres (*R. temporaria* et *agilis*, notamment) rejoignent les étangs pour hiverner dans la vase; à ces deux époques, il y a donc autour du marais, une concentration de Ranidae qui, par la seule intervention des lois du hasard, augmente considérablement les chances de capture par les Effraies.

La présence de ces mêmes Ranidae dans les pelotes de la période juin-juillet, nous semble plus délicate à interpréter. Peut-être ne s'agit-il, en définitive, que d'une chasse plus active de la part des Effraies étudiées pour combler le déficit des autres proies.

Les Microtinés. — Les variations de la représentation des Microtinés sont relativement faibles. Nous notons un minimum en mai et juin. Cela coïncide avec le moment où les prairies et les cultures de Légumineuses sont hautes et fournissent un couvert protecteur aux *Microtus* qui les habitent.

Les Murinés. — Mis à part la variation brusque entre août et la fin de l'année, dont nous avons déjà parlé, la représentation des Murinés croît de décembre 1946 à juillet 1947. On peut supposer que cette observation est en relation avec la reproduction de l'espèce qui amène une augmentation de la population d'*Apodemus sylvaticus* et, corrélativement, leur chance de capture. Cette hypothèse est corroborée par la forte proportion de jeunes trouvés dans les pelotes.

On doit se demander pourquoi cette même cause ne joue que plus faiblement pour les Microtinés. Nous verrions volontiers l'origine de cette différence dans la plus grande

activité du Mulot dont les individus sont capables d'une circulation bien plus active sur de plus vastes surfaces que les petits Campagnols et par suite sont susceptibles d'être repérés plus facilement et plus fréquemment par les Effraies.

Les Soricinés. — Au contraire de celle des deux groupes précédents, la représentation des Soricinés baisse de décembre à août. On peut donc penser qu'en raison de l'augmentation du nombre de Murinés et de Microtinés au cours de la période de reproduction, les Effraies délaissent les Soricinés malgré l'augmentation de leur nombre; autrement dit, les Effraies ne consommeraient les Soricinés qu'à défaut d'un nombre suffisant de Murinés et de Microtinés. Nous avons déjà, lors de l'étude des relations entre groupes de proies, été amené, d'une façon autre, à la même hypothèse qui semble donc être justifiée de façon satisfaisante.

Toutefois, il nous faut remarquer qu'en septembre, octobre et novembre, les Murinés sont à eux seuls capables de couvrir les besoins journaliers comme le prouve leurs fortes représentations et, cependant, la représentation des Soricinés passe aux fortes valeurs de 2,05 et 2,14. Ceci semble donc aller à l'encontre de notre hypothèse. D'autres observations sont indispensables pour trancher la question.

Dans tout ce chapitre, nous avons émis un certain nombre d'hypothèses, basées sur des faits, mais discutables nous ne l'ignorons pas. A notre avis elles méritent cependant d'être retenues pour orienter les recherches futures. Le problème du rapport d'un prédateur avec ses proies est beaucoup trop complexe pour qu'on puisse espérer le trancher par l'étude, même très approfondie d'un seul cas qui reste forcément un cas particulier. Ce n'est que par l'accumulation de documents tels que celui-ci, que nous pouvons espérer aboutir.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Dans une commune de Charente-Maritime, une famille d'Effraie (*Tyto alba* Scopoli) a pu être observée de décembre 1946 à novembre 1947. Périodiquement (deux fois par mois), les pelotes de réjection ont été recueillies à la station principale où le nid fut installé. Nous avons eu en mains 500 pelotes qui doivent représenter approximativement la moitié du nombre total rejeté par les Effraies étudiées durant la période considérée.

Les observations faites ont permis de situer la pariade au début d'avril, la ponte dans les premiers jours de mai, les éclosions du 28 mai au 2 juin, l'envol des jeunes et le départ d'un des parents dans la première quinzaine d'août. Sur les 6 œufs pondus, 4 ont éclos. Les poussins derniers-nés ont été mangés par leurs parents; les restes de l'un d'eux ont été retrouvés dans les pelotes, ainsi d'ailleurs que des débris de coquilles.

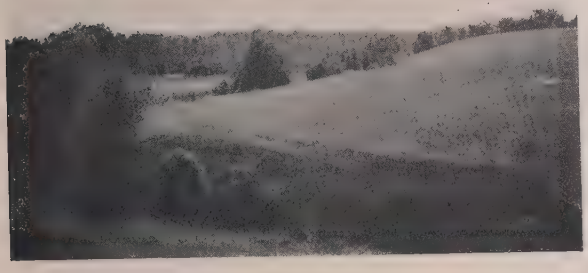
L'étude de la morphologie des pelotes a montré qu'il existait toutes les formes intermédiaires entre des pelotes rondes et des pelotes quatre fois plus longues que larges.

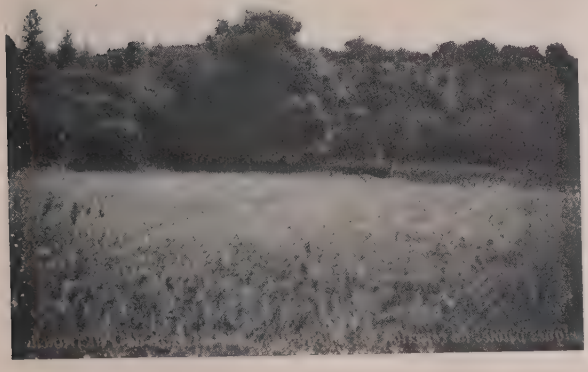
L'analyse du contenu des pelotes confirme ce que nous savons sur le régime alimentaire de l'Effraie et concorde bien avec les résultats obtenus en Vendée par M. G. Guérin. L'Effraie se nourrit essentiellement d'Insectivores et de Rongeurs de petite taille (*Sorex araneus, Crocidura* sp. *Apodemus sylvaticus, Microtus arvalis* et *agrestis*) et accidentellement de taille plus forte (*Talpa europaea, Rattus rattus, Arvicola terrestris amphibius*). Les Batraciens anoures entrent dans l'alimentation des Effraies pour une part variable avec leur abondance dans le milieu naturel. Les Oiseaux et les Insectes ne sont capturés que de façon exceptionnelle.

L'étude de la consommation annuelle et journalière moyennes, de sa variation au cours de l'année et du groupement des diverses catégories de proies dans les pelotes, a conduit à diverses hypothèses sur la relation existant entre les proies et l'Effraie. Notamment on est amené à penser que si l'Effraie consomme volontiers des Soricinés, ces derniers semblent n'être capturés qu'en complément des autres proies. Quant aux proies habituelles l'importance de leur représentation paraît être principalement en relation avec leur abondance et leur activité propre.

Laboratoire des vertébrés.

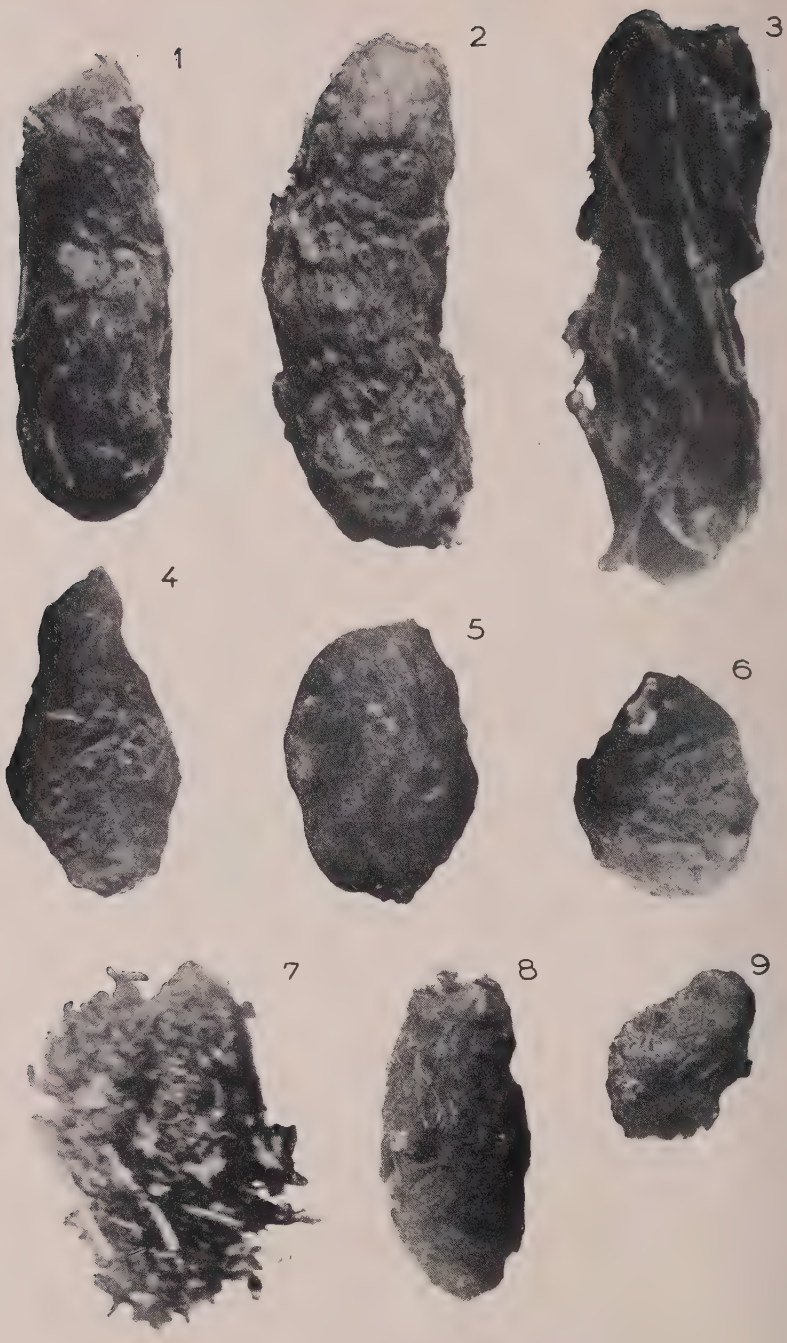
(*Reçu le 24 juin 1948.*)





Quelques aspects du milieu où vivait la famille d'Effraie étudiée.
(Clichés : R. Guibert.)

Les ruines que l'on distingue sur la photographie du haut sont celles du château où se trouvait la chapelle, station de la famille d'Effraie. La photographie du centre montre un aspect du milieu aux environs immédiats de la station. En bas et à gauche, on discerne le petit marais qui, malgré son peu d'étendue, influa grandement sur le régime alimentaire des Effraies étudiées. La photographie du bas représente ce petit marais et en arrière-plan l'orée des bois.



Quelques pelotes de réjection des Effraies de Saint-Hilaire-de-Villefranche.
(En grandeur nature.)
(Clichés : L. Saint-Léger.)

Voir texte page 249.

Les pelotes représentées sur cette planche contenaient respectivement les restes des animaux suivants :

N° 1. — A. sylvaticus : 2 ; M. arvalis : 1.
N° 2. — A. sylvaticus : 2 ; C. glareolus : 1 ; Tyto alba : 1.
N° 3. — S. araneus : 1 ; C. russula : 1 ; A. sylvaticus : 2 ; R. esculenta : 1.
N° 4. — C. russula : 3 ; A. sylvaticus : 1 ; M. arvalis : 1.
N° 5. — C. russula : 1 ; M. agrestis : 1 ; C. glareolus : 1.
N° 6. — C. russula : 2 ; C. leucodon : 1 ; A. sylvaticus : 1 ; M. Agrestis : 1.
N° 7. — R. temporaria : 3 ; Rhizotrogus sp. : 18 ; Geotrupes sp. : 1.
N° 8. — S. araneus : 1 ; C. russula : 1 ; A. sylvaticus : 1 ; C. glareolus : 1.
N° 9. — S. araneus : 1 ; S. minutus : 1 ; C. russula : 2.

SUR LA RÉTENTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE PAR LES FRUITS SOUMIS A LA DÉSINFECTION.

DEUXIÈME PARTIE [1].

Par L. Schaefer,

Ingénieur-Chimiste,
Agent du Service de la Protection des végétaux,
Chargé de mission de l'Institut national de la Recherche agronomique.

SOMMAIRE.

Pages.

Introduction 266
Technique des essais 266
I. — Appareillage 266
II. — Source d'acide cyanhydrique 267
III. — Mode opératoire 269
IV. — Expression des résultats 269
V. — Valeur des résultats 270
Détail des essais 270
Remarques préliminaires 270
I. — Essais avec la cellule-laboratoire 271
II. — Essais au fumigatorium de 48 mètres cubes 274
III. — Essais de mortalité du Pou de San José 279
Considérations pratiques 279
Résumé et conclusions 280

Le travail a été réalisé par le Service de la Protection des végétaux, inspection de Lyon, suivant les directives du Laboratoire de phytopharmacie de Versailles.

[1] Voir première partie par G. Viel, *Annales des Epiph.*, IX (1943), p. 61-66.

INTRODUCTION.

Le présent mémoire est le complément naturel des recherches qui ont été poursuivies à Antibes par G. Viel.

Sortant du domaine du laboratoire, nous avons abordé ici le côté pratique, car bien que la désinsectisation cyanhydrique ne soit pas encore autorisée pour les substances alimentaires, il nous a semblé intéressant d'étudier sa rétention par les fruits dans les conditions d'une réalisation industrielle, éventuellement envisagée. Cette étude se pose notamment pour la région lyonnaise où la destruction du Pou de San José sur les fruits destinés à l'expédition est à l'ordre du jour, et c'est dans ce but surtout que nous l'avons entreprise.

Au cours de ses essais, G. Viel a maintenu la concentration d'acide cyanhydrique constante pendant le temps d'exposition désiré; nos propres conditions en diffèrent essentiellement, puisque nous n'introduisons qu'une quantité initiale déterminée de gaz (seul procédé à retenir pour un fumigatorium de grand volume).

TECHNIQUE DES ESSAIS.

I. Appareillage.

Nous nous sommes servi des installations existant chez M. M. Barret, à Écully (Rhône)[1] :

1. Le fumigatorium de 48 mètres cubes, en ciment, muni de deux portes métalliques avec joints de caoutchouc pouvant livrer passage à un camion chargé. Il comporte deux ouvre-boîtes (*voir plus loin*) manœuvrés de l'extérieur, un ventilateur de brassage, et des radiateurs électriques placés à l'intérieur, destinés, si besoin est, à amener la température de l'enceinte vers 10-12°. Une vanne spéciale à double effet, manœuvrée également de l'extérieur, assure soit la fermeture pendant la mise sous gaz, soit l'évacuation par une cheminée qui s'élève à environ 2 mètres au-dessus du toit. Ce fumigatorium a été construit pour les traitements d'hiver par HCN des végétaux présumés contaminés par le Pou de San José. Conçu pour fonctionner à la pression atmosphérique, son étanchéité n'est satisfaisante que dans ces conditions. Les résultats que nous y avons obtenus sont évidemment transposables à toute installation du même type.

2. Pour des recherches plus précises nous avons utilisé une petite chambre en tôle d'acier, réalisée par la Société S. F. I. S. A. (fig. 1). Cette cellule, appropriée aux travaux de laboratoire, mesure 1 m^3 1 ; étanche à la pression atmosphérique, elle supporte également bien des différences de pression de l'ordre de 2-3 centimètres de mercure. Le brassage est assuré en circuit fermé par un turbo-ventilateur dont le débit permet théoriquement de renouveler environ deux fois par minute l'atmosphère de l'enceinte, et le chauffage par des résistances placées dans la circulation d'air et réglées par des thermostats.

L'évacuation s'effectue à l'aide du même ventilateur en manœuvrant un levier comman-

[1] Nous remercions M. M. Barret pour son empressement à mettre ses installations à notre disposition et pour la collaboration effective apportée.

dant une vanne à boisseau. La cellule nous a permis de faire des séries d'essais dans des conditions aisément déterminables, et avantageuses en ce sens que des quantités minimes seulement de produit ont été mises en œuvre. Par sa facilité de manipulation elle se prête au contrôle des opérations, notamment aux prises de gaz, que, pour des raisons matérielles, nous n'avons pas effectuées dans le fumigatorium.

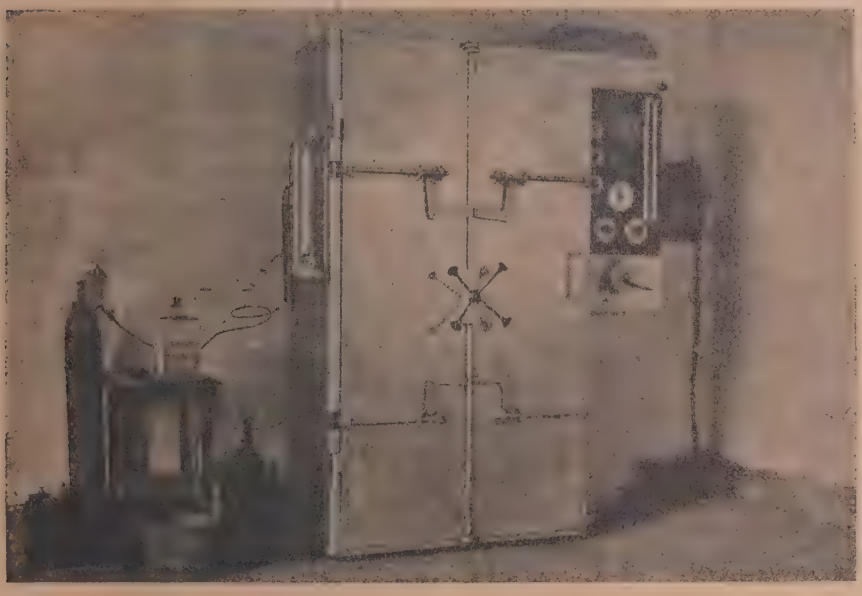


Fig. 1. — Vue de la cellule-laboratoire de 1,1 m³.

II. Source d'acide cyanhydrique.

La plus pratique, offrant le plus de sécurité, est le produit commercial livré en boîtes métalliques contenant l'insecticide absorbé par un vecteur inerte. Pour le fumigatorium nous avons disposé d'un jeu de ces boîtes d'imprégnés de 40 à 200 grammes, permettant d'obtenir en principe des concentrations échelonnées de 0 gr. 83 à 8 gr. 3 au mètre cube, et pour la cellule-laboratoire de boîtes d'un modèle spécial dosées à 5, 10 et 20 grammes.

Le départ du gaz est réalisé en soumettant dans le premier cas le contenu de la boîte, ouverte automatiquement de l'extérieur, au courant d'air du ventilateur, dans le second en plaçant la boîte perçée de trous en dérivation sur le circuit de brassage. Le départ est pratiquement total en 15-20 minutes. Ces boîtes contiennent une quantité de HCN ne correspondant pas exactement au poids marqué. Il se produit de légères inexactitudes au remplissage ou des fuites au stockage; de plus l'acide cyanhydrique est susceptible de se décomposer partiellement. Leur pesée, comparativement, ou avant et après l'utilisation, renseigne déjà sur ces écarts, que les prises de gaz, au centre de la chambre, permettront d'évaluer exactement. Aux pertes s'ajoutent encore celles, bien connues,

provenant d'un détitrage dû à l'absorption par les parois, ou à toute autre cause. Voici à titre d'exemple quelques chiffres obtenus avec la cellule de 1 m³ 1.

TABLEAU I.

Concentrations de HCN calculées et observées dans la cellule de 1,1 m³, avec diverses boites d'imprégnés au cours d'un traitement de 1 heure.

BOITES D'IMPRÉGNÉS.	CONCENTRATION THÉORIQUE MAXIMA au m³ en grs.	CONCENTRATION MOYENNE TROUVÉE au m³ en grs. Pendant les min. 5-15	Pendant les min. 50-60.	MOYENNE CALCULÉE.	POIDS TOTAL MAXIMUM de HCN retrouvé.
5 grammes	4,54	3,7	2,8	3,25	4,07
5 grammes	4,54	4,48	3,83	4,15	4,92
10 grammes	9,09	10,2	8,58	9,39	11,2
10 grammes	9,09	9,28	8,10	8,69	10,2
20 grammes	18.18	18,79	16,40	17,59	20,66
20 grammes	18,18	20,35	17.98	19,15	22,38

Pour le calcul de la dernière colonne nous avons négligé le volume des marchandises,

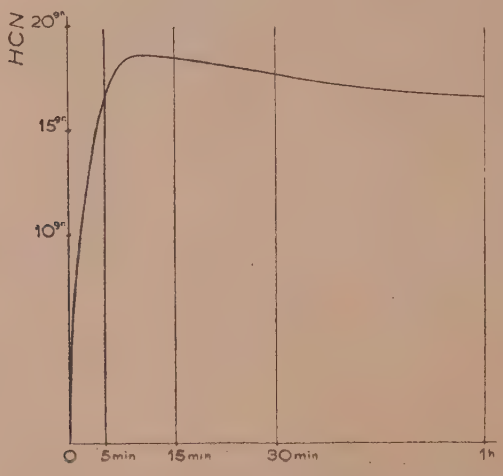


FIG. 2. — Courbe représentative de la variation de la concentration de HCN en g/m³ au cours d'un traitement de 1 heure dans la cellule de 1,1 m³, en utilisant une boîte d'imprégnés de 20 g.

ainsi que le peu de HCN retenu par celles-ci ou enlevé par les prises. Une courbe représentant les concentrations en fonction du temps est dessinée ci-dessous (fig. 2).

La dose de HCN réellement agissante[1] au cours de nos opérations peut être considérée comme étant la moyenne des deux prises initiale et finale, c'est sensiblement la moyenne expérimentale trouvée au milieu du traitement (min. 25-35). Cette moyenne étant plus faible que celle qui correspond au poids porté par le fabricant, le fumigateur devra en tenir compte de façon à se rapprocher des seuils toxiques pour le parasite déterminés par des recherches de laboratoire. A cet effet, nos séries d'essais dans le fumiga-

[1] HCN fixé sur les fruits pourrait même compter comme réellement agissant.

torium de 48 mètres cubes en se fiant simplement au poids marqué fourniront des bases pratiques utiles à connaître.

III. Mode opératoire.

Les fruits étant placés au centre de la chambre, le ventilateur de brassage est mis en marche, tandis que le chauffage est branché s'il y a lieu. La température désirée atteinte, on rétablit la pression atmosphérique dans l'enceinte en la mettant un instant en communication avec l'extérieur, puis la ou les boîtes d'imprégnés sont ouvertes. Le brassage est poursuivi pendant 20-30 minutes. Le laps de temps prévu pour le traitement, compté à partir de l'ouverture des boîtes, s'étant écoulé, la vanne d'évacuation est ouverte et le ventilateur remis en marche. Après une demi-heure de ventilation, les fruits sont retirés et immédiatement soumis à l'analyse s'il s'agit de déterminer la rétention au temps 0 de l'aération ou placés dans un local à la température ambiante, sans circulation d'air, dans le cas contraire.

De 100 à 250 grammes de fruits sont introduits par fragments dans un ballon avec de l'eau et 10 centimètres cubes de SO^4H^2 N/2. Distiller 100 à 120 centimètres cubes de liquide, en recueillant dans 10 centimètres cubes de solution de NH^3. Titrer par NO^3 A_g N/50 en présence de KI jusqu'à opalescence paraissant bleuâtre sous un certain jour. Du volume lu il faut retrancher 0 cm³ 15, valeur correspondant à l'essai à blanc : 10 centimètres cubes sol. NH3 + 100 centimètres cubes d'eau.

Formule de réaction :

$$NO^3\,Ag + 2\,NH^4CN = AgCN,\,NH^4CN + NO^3\,NH^4$$

1 centimètre cube de liqueur argentique correspond à 1, milligr. 08 de HCN.

Nous avons choisi cette méthode analytique (méthode de Denigès) à cause de sa facilité d'exécution et de sa rapidité; un dosage est terminé en 20 minutes ou en 45 minutes au plus avec certains fruits produisant de la mousse. Cette rapidité est un avantage primordial. Quant à son degré de précision, il est comparable à celui des autres méthodes connues.

Les teneurs en HCN de l'atmosphère de la cellule durant le traitement sont déterminées par des prises de gaz de 1 litre au moyen d'un flacon à écoulement d'eau. Les gaz passent dans un absorbeur contenant 10 centimètres cubes de solution ammoniacale à la vitesse de 1 litre en 10 minutes. Titrer comme ci-dessus. La connaissance du titre instantané ne possède pas un intérêt particulier pour ce qui nous occupe.

IV. Expression des résultats.

Nous avons exprimé les rétentions en milligrammes de HCN pour 100 grammes de fruits. Théoriquement il serait plus exact de les rapporter à la surface, puisque les durées de traitement étant trop brèves pour permettre une pénétration profonde de HCN et encore moins la saturation du fruit, la rétention dépendra surtout de la surface. Ce mode d'expression permettrait de distinguer des fruits que l'on serait tenté de rapprocher sous prétexte qu'ils possèdent pondéralement la même rétention. Si leurs dimensions ne sont pas identiques leurs rétentions réelles doivent différer puisque l'expression en surface n'est fonction que de la puissance 2. En d'autres termes, si l'on traite simultané-

ment deux fractions de même poids, d'un même lot de fruits, composées la première de n fruits, l'autre de $n + p$ fruits (donc plus petits) on obtiendra — ce que nous avons contrôlé — une rétention par rapport au poids plus élevée pour ces derniers. Ce résultat semble inacceptable à première vue : en réalité il est normal que la surface totale étant supérieure dans le deuxième cas, la rétention le soit également. Mais le calcul en surface est à rejeter ; il ne possède aucun intérêt pratique. D'ailleurs nous ne sommes pas parvenu à mettre en évidence expérimentalement ces différences théoriques à cause de l'impossibilité d'évaluer la surface de fruits, se rapprochant même de la sphère parfaite, avec une précision suffisante, et aussi parce que les valeurs absolues des écarts ne dépassent généralement pas la marge d'approximation des résultats.

Compte tenu de ces considérations il n'est pas surprenant que nous ayons parfois enregistré des fluctuations par rapport à la normale, se traduisant par des irrégularités dans les courbes représentatives, bien que nous ayons veillé à établir nos diverses séries sur des lots de fruits le plus possible homogènes.

V. Valeur des résultats.

Les fruits étant pesés à $\pm$ 0 gr. 5, et le virage s'appréciant à 2-3 gouttes près (environ 0 cm³ 1), l'erreur commise dans une analyse portant par exemple sur 200 grammes de fruits retenant 2 p. 100 de HCN est de $\pm$ 0,035 p. 100, ou de $\pm$ 0,02 p. 100 sur 250 grammes de fruits retenant 0,5 p. 100, c'est-à-dire tout à fait compatible avec le but poursuivi. Dans la plupart des cas d'ailleurs, cette erreur est négligeable en comparaison de celle qui est inhérente au calcul en poids.

D'autre part, les méthodes d'expérimentation et de dosages utilisées sont correctes, puisque des essais faits en double sur des fruits les plus semblables d'un même lot traités ensemble sont concordants. Notons que les résultats ne sont pas influencés par la préexistence de HCN libre, ou sous forme de combinaison dissociable dans le processus de l'analyse, et qui rendrait nécessaire une correction établie par un essai à blanc. Le titrage du distillat de chacun des fruits étudiés donne en effet un volume de liqueur argentique pratiquement égal à celui qui est exigé par 10 centimètres cubes sol. NH_3 + 100 centimètres cubes eau.

DÉTAIL DES ESSAIS.

Remarques préliminaires.

Les facteurs principaux influant sur la rétention sont : la nature du fruit, la concentration en HCN, la durée du traitement, l'aération après le traitement, et le rapport du volume de la marchandise à celui de l'enceinte. Influent également à des degrés divers, l'humidité, la température durant le traitement (t°), la température durant la ventilation et l'aération, le débit de ventilation, l'état du fruit, etc.

Par la multiplicité des facteurs on se rend compte de la complexité de la question : il sera indispensable de procéder à de nombreux essais pour élucider un point particulier, et si l'on serre de près les faits, leur étude apparaît vite extrêmement délicate. Il n'est pas facile de se placer dans des conditions expérimentales exactement désirées pour que les comparaisons qui devront être faites par la suite, et en lesquelles réside une grande partie de l'intérêt du travail, puissent être valables, et cela d'autant moins que les teneurs précises des boîtes d'imprégnés ne sont pas connues à l'avance. Il ne faut pas oublier aussi

que nous opérons sur un matériel non point inerte, mais en évolution, difficile à saisir au stade voulu. Finalement on devra concilier entre elles les exigences suivantes :

1° Conditions de traitement les plus avantageuses (facilité, durée, sécurité , prix de revient);
2° Rétention minima;
3° Risques minima d'altération des marchandises;
4° Mortalité totale du Pou de San José.

Dans nos essais, nous avons fait varier les facteurs essentiels en demeurant dans des limites praticables, et de telle sorte que les conditions optima de mortalité totale y soient comprises. Tous ont été faits à la pression atmosphérique et sans vide préalable, puisque c'est dans ces conditions qu'une installation en grand a le plus de chance d'être appelée à fonctionner.

I. Essais avec la cellule-laboratoire.

Rétention de l'acide cyanhydrique en fonction de la concentration initiale. — Dans les essais suivants, des pommes de la variété « Cusset » ont été traitées à 2 concentrations, en août. Les dosages ont été faits aussitôt après la ventilation et après des durées d'aération variables.

Tableau II.

Quantités d'HCN trouvées dans les fruits

(en mg. par 100 g.)

Traitement : 1 heure à 27°; ventilation : 30 mn.

CONCENTRATION MOYENNE EN G/M³.	8,3	4,2
Aération en heures à 27-30°		
0	3,9	1,02
1	3,33	0,95
6	1,10	0,56
24	0,40	0,27

D'autres essais ont porté sur des pommes et des poires traitées en novembre, simultanément et aux mêmes concentrations :

Tableau III.

Essais sur poires Alexandrine.

Traitement : 1 heure à 15-19°; ventilation : 30 mn. Quantités d'HCN exprimées en mg. par 100 g.

CONCENTRATION MOYENNE EN G./M³.	0,96	3,29	7,88	18,96
Aération en heures à 10-12°.				
0	0,29	0,61	1,10	3,32
3	–	0,43	–	2,75
6	0,10	0,31	0,44	1,32
24	–	0,19	0,43	0,96
48	–	0,16	0,35	0,33
72	–	–	0,16	–

TABLEAU IV.

Essais sur pommes Cusset.

CONCENTRATION MOYENNE EN G/M³.	0,96	3,29	7,88	18.96
—	—	—	—	—
Aération en heure à 10-12°.				
0	0,34	0,60	1,29	4,10
3	–	0,52	–	2,94
6	0,28	0,50	0,81	1,68
24	–	0,40	0,56	1,47
48	–	–	0,27	0,62
52	–	0,28	–	–
72	–	–	0,26	

Les chiffres de ces Tableaux III et IV montrent que la rétention est constamment plus élevée pour les pommes et croît avec la concentration, ainsi que G. VIEL l'a remarqué. Pour certains intervalles elle est approximativement proportionnelle à la concentration en HCN (*voir* graphiques 3), ce qui est également vrai pour les abricots. De ce fait, nous

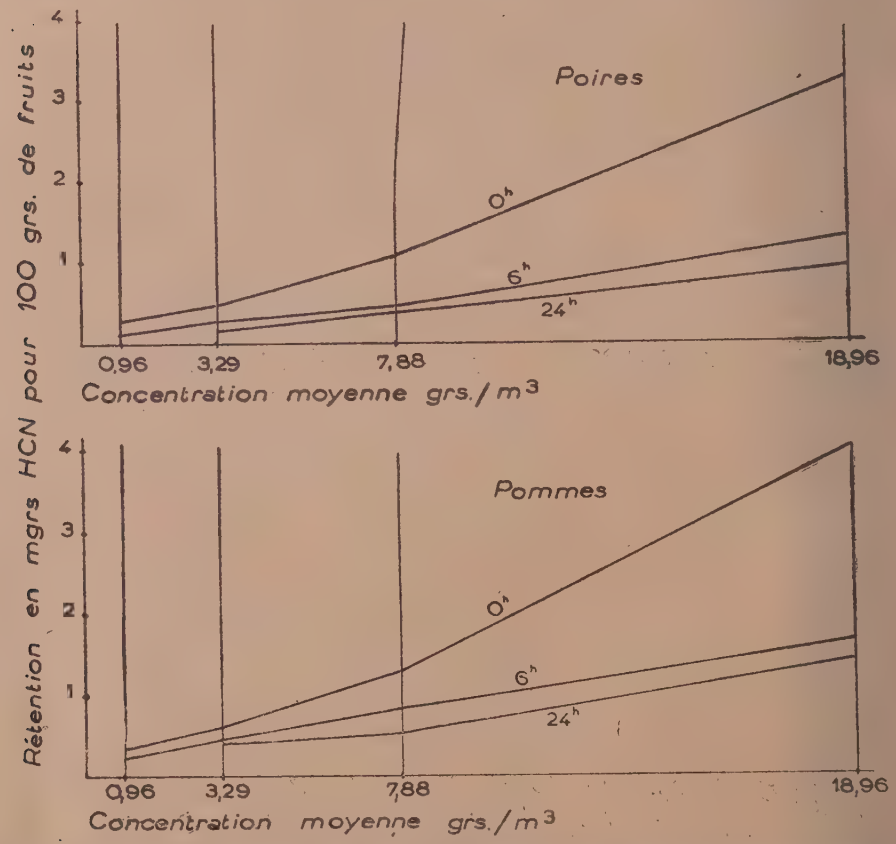


FIG. 3. — Courbes des rétentions observées pour diverses concentrations moyennes en HCN avec des poires « Alexandrine » et des pommes « Cusset », traitées simultanément pour une même concentration, et diverses durées d'aération. Traitement : 1 heure à 15-19° ; ventilation : 1/2 heure.

pourrons au besoin rapporter pour plus de clarté les rétentions dépendant de concentrations fractionnaires à des nombres entiers voisins de celles-ci.

Les Tableaux III et IV et les figures 3 et 4 montrent que la décroissance est surtout importante durant les six premières heures d'aération et relativement plus pour les valeurs élevées de la concentration. HCN fixé est lent à s'éliminer; après soixante-douze heures il en reste encore 15-20 p. 100. Une prolongation de ventilation n'abaisse pas plus la rétention qu'une exposition équivalente à l'air libre, et serait même moins efficace (avec notre appareillage), puisque des taux de 1,02 et 3,9 à 0 h. sur pommes, sont passés respectivement à 0,95 et 3,33 après 1/2 heure supplémentaire de ventilation, au lieu de 0,83 et 2,71 après ce même temps à l'air libre.

Nous indiquons dans le Tableau V la rétention comparative de l'HCN dans divers fruits traités à une concentration moyenne de 3,5 g. par mètre cube.

TABLEAU V.

Quantités d'HCN retrouvées dans divers fruits.

Traitement 1 heure; ventilation : 30 mn.

	MG. HCN PAR 100 G. DE FRUITS.
Prunes Reine Claude (t = 21-24°)	de 2,1 à 3,9
Pommes Cusset (t = 17-27°)	de 0,63 à 1,29
Pommes reinettes du Canada (t = 17°)	0,34
Coings (t = 16°)	0,60
Poires Alexandrine (t = 18°)	0,54
Abricots Paviot (t = 17°)	8,8
Fèves de cacao (t = 16°)	0,91

Variation simultanée de la concentration et de la durée du traitement. — Les trois essais suivants ont été effectués avec des abricots «Paviot» à la température ordinaire.

TABLEAU VI.

Rétention de l'HCN aussitôt après le traitement.

(En mg. d'HCN par 100 g. de fruits.)

CONCENTRATION MOYENNE.	DURÉE DU TRAITEMENT EN HEURE.	CONSTANTE DU TRAITEMENT.	RÉTENTION A 0H.
4,25	1	4,25	10,7
8,5	0,50	4,25	9,07
17	0,25	4,25	9,11

Ils montrent que la rétention — chez les abricots au moins — conserve sensiblement la même valeur pour une même constante du traitement (concentration × durée).

Influence de la température. — On sait qu'en général plus la température s'élève durant le traitement moins les marchandises absorbent de fumigant. Nous avons vérifié ce fait

sur des abricots de la variété «Paviot» traités à différentes températures. Les dosages sont faits aussitôt après la ventilation.

TABLEAU VII.

Quantités d'HCN retrouvées dans les abricots.

(En mg. par 100 grammes.)

Traitement : 1 heure; ventilation : 30 mn.

CONCENTRATION MOYENNE G./M³.	4	9	18
t = 16-18°	10,0	–	–
– 19°	–	19,6	–
– 27°	–	–	32,8
– 40° environ	5,3	14,0	23,1

(36° en fin de ventilation).

D'autres essais, les fruits étant sortis aussitôt après le traitement, sans ventiler, ont donné pour une concentration = 3,5 g/m³, une rétention de 13,2 à 18-20°, et de 10,1 à 40°.

Toutefois avec les pommes et les poires l'influence de la température est loin d'être aussi nette. En opérant comme ci-dessus nous avons obtenu à chaud des rétentions soit du même ordre de grandeur qu'à froid, soit légèrement supérieures (comp. également Tableaux II et IV). Cette élévation est particulièrement marquée quand on supprime la ventilation; ainsi avec une concentration de 20 g d'HCN/m³, nous avons trouvé :

Pommes «Cusset» à 11° : 4,69; à 50° : 8,14;
Poires «Alexandrine» à 11° : 3,12; à 50° : 5,53.

Mais ici les fruits, en équilibre avec le milieu ambiant (11°), étant soumis dans la cellule à un courant d'air chaud, une condensation de l'humidité de cet air s'est produite à leur surface, facilitant la dissolution puis la fixation de HCN introduit peu après, avant que les fruits se soient trouvés en équilibre avec l'atmosphère de l'enceinte. La rétention élevée qui en est résultée s'est conservée ou a décru seulement très peu vers la fin du traitement, même après l'établissement des équilibres thermiques et hygrométriques. Ce phénomène, particulièrement sensible dans l'intervalle de température considéré, serait à étudier de nouveau sur des fruits à température initiale supérieure.

Maintenant il est possible aussi que l'élévation de température accélère la fixation de HCN sur certains constituants des pommes et des poires. Quoi qu'il en soit, ces observations montrent que l'action d'une température élevée est variable selon les conditions expérimentales et les marchandises; elle doit être déterminée dans chaque cas particulier.

II. Essais au fumigatorium de 48 m³.

La rétention a été dosée sur des fruits entiers et sur des fruits coupés en deux afin de se rapprocher d'un état comparable à celui de fruits très mûrs, altérés ou meurtris.

Les essais suivants ont porté sur des oranges blondes du Maroc, en mars, les temps d'aération étant variables.

Tableau VIII.

Quantités d'HCN retrouvées dans les oranges.

(En mg. par 100 gr.)

Traitement : 1 heure; ventilation : 30 mn.; t = 13-14°.

TEMPS D'AÉRATION.	0 H.	5 H.	6 H.	24 H.	52 H.
Boîte d'imprégnés : 200 g. Concentration calculée = 4,17 g/m³.					
Fruits entiers	1,53	–	1,00	0,36	–
Écorce	2,73	–	–	1,7	–
	3,40	–	1,53	1,58	–
Pulpe	0,22	–	–	0,18	–
	0,26	–	0,16	0,13	–
Fruits coupés	4,6	2,4	–	1,1	–
	4,5	–	1,8	0,9 ; 0,7	0,7
Boîte d'imprégnés : 400 g. Concentration calculée = 8,33 g/m³.					
Fruits entiers	1,90	1,48	1,45	1,01	–
Écorce	4,42	3,28	2,16	1,05	–
Pulpe	0,17	–	–	traces.	–
Fruits coupés	12,7	6,0	3,2	2,4	–

Des essais analogues ont été entrepris en octobre sur des pommes « Cusset », entières ou coupées en deux. Les chiffres entre parenthèses se rapportent aux fruits coupés.

Tableau IX.

Quantités d'HCN retrouvées dans des pommes.

(En mg. par 100 gr.)

Durée de traitement : 1 heure; ventilation : 30 mn; t = 10-11°.

AÉRATIONS.	0 H.	0 H.	24 H.
Concentrations calculées			
0,83	0,09 (1,55)	0,04 (0,34)	0,04 (0,13)
1,66	0,15 (3,01)	0,07 (0,85)	0,07 (0,32)
2,5	0,17 (5,45)	0,08 (1,82)	0,08 (0,39)
3,33	0,25 (7,93)	0,13 (2,83)	0,07 (0,73)
4,17	0,60 (11,74)	0,12 (3,11)	0,07 (0,77)
5	0,61 (10,06)	0,28 (3,32)	0,09 (1,09)
5,83	– (13,62)	0,60 (3,60)	0,11 (1,27)

D'autres ont porté sur des poires, en septembre, avec variation, soit des durées de traitement, soit des concentrations. Les teneurs des fruits en HCN sont exprimées en milligrammes par 100 grammes.

Tableau X.

Essai sur poires Alexandrine.

Ventilation : 30 mn.

AÉRATIONS.	0 H.	6 H.	24 H.
Concentration calculée = 2,5 g./m, t = 15-18°.			
Traitement : 1 h.	0,41 (2,93)	0,15 (0,80)	0,08 (0,45)
Traitement : 2 h.	0,47 (5,26)	0,28 (1,28)	– (0,83)
Traitement : 6 h.	1,32 (9,40)	0,94 (4,15)	0,52 –
Traitement : 12 h.	1,65 (10,28)	– (6,44)	1,15 (2,20)
Concentration calculée = 4,17 g./m³, t = 14-16°.			
Traitement : 1 h.	0,56 (7,29)	0,26 –	0,13 (0,80)
Traitement : 2 h.	0,93 (8,17)	0,61 (2,32)	0,30 (1,17)
Traitement : 6 h.	2,95 (18,70)	2,47 (6.60)	0,66 (2,97)
Traitement : 12 h.	3,06 (18,76)	2,34 (11,82)	1,38 (5,29)

Tableau XI.

Essai sur poires William.

Traitement : 1 heure; ventilation : 30 mn.; t = 14-17°.

AÉRATION.	0 H.	6 H.	24 H.
Concentrations calculées en g./m³.			
0,83	0,11 (0,48)	0,04 (0,35)	0,04 (0,21)
1,66	0,15 (0,92)	0,12 (0,59)	0,08 (0,37)
2,5	0,19 (2,54)	0,16 (0,60)	0,13 (0,56)
3,33	0,23 (2,41)	0,22 (0,81)	0,18 (0,41)
4,17	0,32 (2,48)	0,25 (1,71)	0,21 (0,93)
5	0,39 (4,18)	– (1,97)	0,22 (1,08)
5,83	0,54 (7,41)	0,32 (1,90)	0,31 (1,29)
6,66	0,63 (8,84)	0,51 (2,48)	0,36 (1,41)
8,33	1,05 (10,09)	0,51 (2,82)	0,47 (1,89)

Opérant sur divers fruits, nous avons fait varier les durées d'aération.

Tableau XII.

Essais sur divers fruits.

Traitement 1 heure; ventilation : 30 mn.

AÉRATION.	0 H.	6 H.	24 H.
Abricots Corot précoces.			
Concentration calculée = 4,17 g./m³.			
t = 26°	10,60	3,59	–
Abricots Luizet.			
Concentr. = 4,17 ; t = 17°	8,00	1,90	1,59
— = 8,33 ; t = 17°	19,66	7,88	3,01

TABLEAU XIII. (Suite.)

AÉRATION.	0 H.	6 H.	24 H.
Pêches.			
Concentr. = 4,17 ; t = 18°	2,96 (14,40)	1,65 (3,36)	1,30 (1,85)
— = 8,33 ; t = 16°	7,71	3,88	2,89
Cerises anglaises.			
Concentr. = 8,33 ; t = 17°	10,96	4,94	1,97
Cerises Bigarreau			
Concentr. = 4,17 ; t = 18°	3,52	3,96	1,63
Cerises Guigne douce.			
Concentr. = 4,17 ; t = 18°	3,34	3,07	1,06
Quetsches d'Allemagne.			
Concentr. = 4,17 ; t = 16°	2,60	1,28	0,63 à 30 h.
Concentr. = 8,33 ; t = 16°	4,85	2,73	1,54
Pommes Sainte Germaine (Puy-de-Dôme).			
Concentr. = 2,15 ; t = 12°	0,31 (4,2)	0,12 (1,24)	0,09 (0,37)
Dattes			
Concentr. = 4,17 ; t = 26°	0,45	–	0,35
Châtaignes.			
Concentr. = 4,17	–	–	0,7
Haricots.			
Concentr. = 4,17	–	–	0,7
Blé.			
Concentr. = 4,17	–	–	0,8

L'examen de ces Tableaux VIII à XII conduit aux observations générales suivantes :

Pour les oranges, au moins les 9/10es de l'HCN fixé sont localisés dans l'écorce, qui constitue environ les 33 p. 100 du fruit. La rétention superficielle est ainsi mise en évidence ;

Les fruits partagés en deux, à coupe très aqueuse, ont évidemment une rétention particulièrement élevée ;

La rétention varie en fonction de la concentration comme dans le cas de la cellule-laboratoire (graphiques 3) ; mais les courbes représentatives sont plus irrégulières, puisque les concentrations calculées n'ont pas correspondu le plus souvent aux réelles (cf. Tableau I) ;

La rétention varie selon les durées d'aération comme dans les essais représentés sur les graphiques 4, mais plus irrégulièrement ;

Les essais sur poires (Tableaux X et XI) montrent que la concentration étant fixe, la rétention augmente avec la durée de traitement, presque proportionnellement pour certaines séries, et demeure assez grossièrement constante pour une même valeur du produit concentration $\times$ durée (constante du traitement) comme dans le Tableau VI.

Pour plus de clarté nous résumons ci-dessous les résultats les plus significatifs.

Tableau XIII.

Valeurs comparatives de la rétention pour quelques fruits entiers.

Durée de traitement : 1 heure; ventilation : 30 mn.; concentration calculée : 4,17 g. par m³; aération : 0h.

Abricots Corot (t = 26°)	10,60
Abricots Luizet (t = 18°)	8,00
Cerises Bigarreau (t = 18°)	7,52
Cerises Guigne douce (t = 18°)	3,34
Pêches (t = 18°)	2,96
Quetsches d'Allemagne (t = 16°)	2,60
Oranges (t = 13°)	1,55 ; 2,11
Poires Alexandrine (t = 15°)	0,56
Poires William (t = 17°)	0,32
Pommes Cusset (t = 10°)	0,60

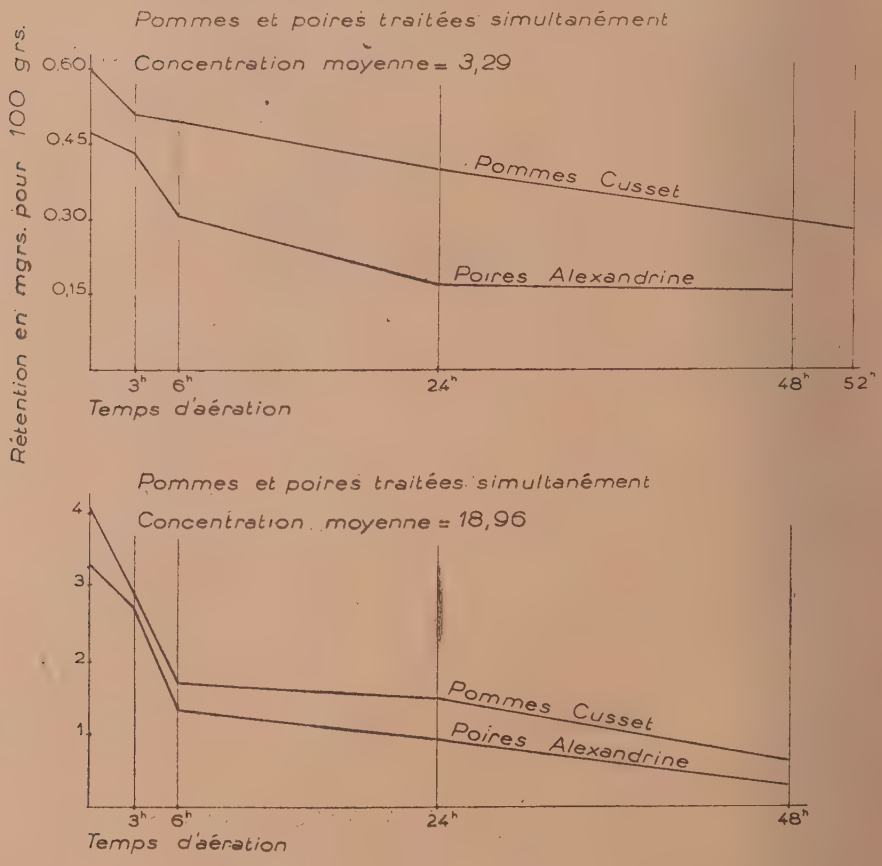


Fig. 4. — Courbes de la rétention pour les poires et les pommes en fonction de la durée d'aération, établies pour deux concentrations moyennes.

Il apparaît aussitôt que pour les abricots, ici comme dans le Tableau V, la rétention est remarquablement élevée, surtout en regard des pommes et des poires : environ 10 fois plus, et certaines cerises présentent également une forte rétention. Il serait

intéressant de rechercher les causes de ces comportements ; sans doute ces derniers sont-ils liés à la composition chimique des fruits plutôt qu'à la structure de leur épiderme.

III. Essais de mortalité du Pou de San-José.

Sur pommes, pour des traitements de 1 heure à 10° dans le fumigatorium de 48 mètres cubes nous avons obtenu la mortalité totale avec une concentration calculée de 2,5 g/m³, soit pour une constante de traitement de 2,5. Pour une concentration de 1,66 la mortalité tombe à 94,3 p. 100. Mais la concentration mortelle exacte doit être en réalité inférieure à 2,5 (cf. Tableau I).

Sur pommier, nous avons également constaté une mortalité de 100 p. 100 avec une concentration calculée de 2,5, pour un traitement de 1 heure à 12°.

CONSIDÉRATIONS PRATIQUES.

De l'ensemble de ces recherches, découlent certains principes qui devront présider à toute installation fruitière utilisant l'acide cyanhydrique comme fumigant, tant au point de vue technique que matériel.

La dose mortelle pour le Pou de San José qu'il conviendra d'adopter avec des produits du type « imprégnés » s'écartera peu de la constante de traitement = 2,5, soit une constante réelle voisine de 2, dose à rapporter au volume laissé libre par la marchandise. Ce dernier chiffre s'accorde d'ailleurs avec ceux qui ont été trouvés par plusieurs auteurs qui ont étudié la mortalité de l'insecte au laboratoire. Dans la littérature, on trouve même des mortalités de 100 p. 100 obtenues avec une constante de traitement de 0,75. Mais il importe de se réserver une marge de sécurité pour pallier aux fuites, et tenir compte du détitrage variable selon les chambres, et aussi de celui consécutif à l'absorption de HCN par de grandes masses de fruits, facteur essentiel qui n'est pas intervenu dans nos expériences qui ont porté sur quelques kilogrammes seulement de fruits. C'est pourquoi nous pensons terminer celles-ci en procédant à un essai dans le fumigatorium avec un chargement de fruits, tel qu'il se présentera en pratique. Cet essai sera indispensable pour apprécier en outre le pouvoir de pénétration du gaz. Si la durée de traitement de 1 heure, qui *a priori* semble convenable, n'assure pas une diffusion suffisante, on adoptera par exemple 2 heures, durée très acceptable, même pour une entreprise à grand rendement [1]. A ce moment on pourra diminuer la dose toxique de moitié sans cesser d'avoir une mortalité totale du Pou de San José, puisque la mortalité, comme on le sait, ne dépend que de la constante du traitement. Quant à la rétention, nos essais ont montré qu'elle demeurera sans grand changement, dépendant elle aussi de cette constante. Rappelons encore qu'il faudra traiter avec $t > 12°$, et de préférence vers 15° ; par conséquent un système de chauffage de l'enceinte est à prévoir, si l'on doit désinsectiser en période froide. Dans ce cas on prendra garde à ne pas favoriser une condensation d'humidité sur les fruits. Et à cet endroit remarquons l'importance qu'il y aura à assurer une bonne élimination des fruits non intacts. Après le déchargement, les fruits seront exposés sous un hangar à l'air libre pendant au moins 6 heures

[1] On a bien entendu intérêt à réduire le plus possible la durée du traitement pour éviter une trop forte pénétration de HCN dans les fruits, rendant plus difficile son élimination ultérieure.

avant de les diriger sur l'expédition, car il pourrait être dangereux que leur détitrage ait lieu dans un wagon clos.

Au point de vue de l'hygiène il serait souhaitable que des arrêtés fixent rigoureusement les conditions de désinsectisation applicables aux divers fruits pour éviter tout danger à la consommation, et peut-être les classent en catégories en s'inspirant des travaux des auteurs et des présents résultats.

Si l'on estime que la dose dangereuse pour l'homme est d'environ 50 milligrammes, les oranges, dont l'écorce est rejetée, ne présenteraient pas le moindre danger pour le consommateur [1], de même que les pommes et les poires, dont il faudrait par exemple, avec une constante de traitement de 2,5 absorber en une seule fois et au sortir de la chambre, environ 5 kilogrammes, éventualité qui ne saurait se présenter. Pour les fruits secs et les graines, l'inocuité, déjà certaine en l'absence d'aération, sera complète après un séjour de 24 heures à l'air, sans inconvénient en pratique. Avec les châtaignes, haricots, etc., la cuisson précédant la consommation éliminera toute trace du toxique, et on peut encore remarquer qu'on tolère officiellement jusqu'à 10 milligrammes de HCN pour 100 grammes dans les haricots. Inutile enfin de souligner que le montage des chambres à fumigation devra être parfaitement adapté aux fins de désinsectisation des fruits et offrir les rigoureuses garanties de sécurité et de parfait fonctionnement indispensables; les opérations techniques bien entendu incomberont à des personnels responsables.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Dans le cadre de la lutte contre les parasites de surface des arbres fruitiers, et principalement contre le Pou de San José, nos essais de traitement des fruits frais par l'acide cyanhydrique réalisés dans des fumigatoriums industriels ou semi-industriels, fonctionnant à la pression atmosphérique, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Pour des durées de traitement usuelles, n'excédant pas quelques heures, la rétention de l'acide cyanhydrique est surtout superficielle et sensiblement proportionnelle à sa concentration dans l'enceinte ainsi qu'à la durée. Elle est en général un peu plus faible à chaud qu'à froid.

Les poires et les pommes soumises pendant une heure à une concentration moyenne de 3,5 g/m^3, mortelle pour le Pou de San José, retiennent au sortir du fumigatorium de 0,5 à 1,3 milligramme de HCN pour 100 grammes. Pour certains fruits à noyau : cerises, prunes et surtout abricots, la rétention peut atteindre 8 milligrammes.

L'aération après le traitement assure l'élimination d'une partie de l'acide cyanhydrique fixé; après 24 heures par exemple la rétention tombe en moyenne au tiers ou au quart de la valeur initiale, l'abaissement étant surtout important durant les premières heures d'aération.

Les fruits altérés ou coupés ont une rétention particulièrement élevée.

Sous la réserve d'un contrôle permanent par des agents qualifiés, des installations

[1] En ce qui regarde les industries utilisant les écorces d'agrumes, on peut remarquer que l'acide cyanhydrique disparaîtra probablement au cours des manipulations (distillation, expression). Une désinsectisation pourrait d'ailleurs ne pas être exigée, puisque ces manipulations détruiront les parasites éventuellement fixés sur les écorces.

industrielles de désinsectisation à l'acide cyanhydrique peuvent être envisagées pour certains fruits frais, notamment pommes et poires, et pour les fruits secs, dans des fumigatoriums du type étudié, sans qu'aucun accident soit à redouter pour le consommateur, les quantités résiduelles de HCN après aération étant infimes. Toutefois, avant de passer à ce stade, une expérience sur un chargement complet devra encore être tentée.

(*Reçu le 5 août 1948*)

LA SYSTÉMATIQUE
DES VIRUS PHYTOPATHOGÈNES

Par P. Limasset,
Directeur central de Recherches, Versailles.

SOMMAIRE :

Pages.

Introduction 283
La notion d'espèce 284
Les notions de genre, de famille, et les unités supérieures 290
Conclusion 294
Références bibliographiques 295

I. Introduction.

Dans une publication antérieure et au cours d'une communication faite au Congrès international de Microbiologie de Copenhague (1947), nous avons abordé le problème de la nomenclature des virus phytopathogènes. Après avoir, dans un tableau rapide, donné une idée de sa confusion actuelle, nous avons proposé le ralliement au système de Holmes, modifié par Mc. Kinney. Ce système applique aux virus des plantes la nomenclature binaire latine de Linné. Il présente, sur tous les autres, l'avantage d'une grande souplesse permettant toutes les améliorations nécessaires de la systématique, à l'encontre des nomenclatures chiffrées qui condamnent à un classement irrationnel et inamovible et de la nomenclature commune de langue anglaise dont l'adoption équivaudrait, estimons-nous, à la consécration du désordre existant. Les adversaires de la nomenclature de Holmes font souvent valoir que nous ne possédons pas encore d'éléments suffisants pour classer les virus et qu'il est donc préférable de ne pas essayer de le faire. Une telle thèse nous paraît difficilement soutenable. Le même argument pourrait être invoqué en ce qui concerne les Bactéries dont la systématique reste encore assez hasardeuse sur bien des points; faudrait-il donc renoncer à leur appliquer la nomenclature de Linné ? Il y a, à la base de cette opposition, une confusion regrettable entre nomenclature et systématique. Les deux problèmes sont liés l'un à l'autre, interdépendants, puisque

des changements survenant dans la conception systématique d'un groupe provoquent inévitablement des modifications dans la dénomination de certaines espèces; mais tout en étant liés et interdépendants, ils restent distincts. Un des plus grands mérites de la nomenclature de Linné est en effet sa souplesse qui lui permet de s'adapter à tout système de classification. Si les contemporains de Linné avaient suivi l'idée des contradicteurs que nous citions tout à l'heure, ils auraient pu prétendre avec raison que les éléments manquaient pour établir une classification cohérente des végétaux supérieurs et cette remarque eût été fondée autant qu'elle l'est aujourd'hui dans le cas des virus; mais que, partant de là, ils eussent prétendu qu'il fallait abandonner tout essai d'établir une nomenclature scientifique tant que la classification naturelle ne pourrait être établie, on voit immédiatement tout ce que nous aurions perdu. C'est, en effet, que la nomenclature linnéenne fut l'instrument qui, par sa précision et sa souplesse, rendit possible l'élaboration progressive de la classification naturelle. Dans le cas des virus il en sera de même. L'adoption de la nomenclature linnéenne doit nous amener à poser avec précision quantité de problèmes du plus grand intérêt relativement à l'autonomie et aux affinités réciproques des diverses entités virologiques décrites. En effet, dès qu'il s'agit, pour le nommer, de décider si tel virus doit être considéré comme une espèce autonome, toute une étude fort instructive devient nécessaire, il en sera de même lorsqu'on recherchera s'il convient de l'unir à tel autre au sein d'un même genre. Ces problèmes de détail que suscite la distinction du genre et de l'espèce sont le fondement de la systématique et leur intérêt est inappréciable par la clarté qu'ils introduisent dans notre esprit sur les relations réciproques des diverses entités connues, opposée à toutes les confusions, à toutes les idées vagues qu'autorise une nomenclature en langue vulgaire. Quant aux grands ensembles, familles, classes, ordres, les botanistes et zoologistes n'ont jamais attendu d'avoir en main tous les éléments du problème pour tenter de les établir. Les pionniers ont établi des classifications non conformes aux affinités réelles. Les biologistes modernes admirent néanmoins leur audace et louent, chez chacun d'eux, les quelques notions exactes qu'il a contribué à découvrir et à imposer. Tout ceci est conforme à l'évolution normale de la Biologie. La nomenclature linnéenne s'adapte progressivement, par modifications insensibles à la marche en avant de la systématique. Dans le cas des virus, il est même possible qu'elle s'efface, au stade ultime, devant une nomenclature chimique. Ce sera très bien ainsi, mais on ne peut songer à brûler les étapes. Même si la nomenclature linnéenne ne doit être appliquée aux virus que d'une façon transitoire, elle aura certainement le temps de rendre à leur étude les services les plus signalés.

Nous nous proposons, dans ce mémoire, d'envisager la façon dont se posent, dans le cas des virus, les principaux problèmes de la systématique. Comment délimiter l'espèce, le genre, la famille ? Nous ne prétendons pas établir un système nouveau mais apporter un certain nombre de réflexions dont l'ambition est de contribuer à apporter quelque clarté dans la définition de ces notions appliquée aux virus. Beaucoup des idées émises ne sont pas nouvelles, mais ont été utilisées sans être formulées de façon explicite. Or cette explicitation nous paraît nécessaire, ne fut-ce que mesurer la valeur des critériums utilisés.

II. La notion d'espèce.

La notion d'espèce est particulièrement difficile à définir. La meilleure analyse, la plus pénétrante qui en ait été faite, est probablement celle de Cuénot. Le livre de Cuénot met en évidence une certaine part de convention, l'existence d'un critérium de commo-

dité, qui avaient échappé à beaucoup d'auteurs et jouent notamment un rôle important dans la définition des espèces géographiques. Cuénot note, avec raison, que la notion d'espèce, est essentiellement pratique. Nous trouvons dans la nature des êtres présentant entre eux une parenté évidente qu'exprime une morphologie presque identique jointe à l'interfécondité. Il s'agit, pour le systématicien, de les séparer d'autres êtres dont la morphologie, parfois très voisine, est cependant nettement distincte par quelque différence très nette, n'admettant généralement pas de transitions. Entre ces deux séries de formes existe une barrière qui est le plus souvent l'interstérilité de l'une à l'autre. D'autres fois la barrière est purement géographique, ou écologique, les formes distinguées étant capables d'hybridations si l'homme les réunit artificiellement. Les hybrides obtenus peuvent être fertiles. Cuénot montre alors que l'on maintient en général la distinction spécifique dans ces cas litigieux (exemple des Faisans, des Pintades, des Saules, etc.) pour des raisons de commodité, puisque ces formes sont bien distinctes dans la nature. D'ailleurs, dans de très nombreux cas, où les essais de croisements n'ont pas été faits, on se contente, pour distinguer les espèces, de constater qu'elles ne se mélangent pas ou pratiquement pas, dans la nature. La barrière est alors tantôt physiologique (stérilité externe), tantôt géographique, ou même écologique lorsque les deux espèces occupent une même région mais présentent au sein de celle-ci des habitats différents (l'une d'entre elles, par exemple, végétant au bord des eaux et l'autre dans des lieux secs).

Le développement qui précède s'applique essentiellement aux végétaux supérieurs (en même temps qu'aux Metazoaires). Si nous passons aux Thallophytes, nous constatons que les mêmes critériums s'appliquent encore maintes fois sans difficultés aux Algues et aux Champignons. Déjà cependant, dans de nombreux cas, la distinction de l'espèce devient très difficile. Que l'on songe par exemple à certains Phycomycètes, comme les *Phytophthora* où la pauvreté des indices morphologiques oblige à recourir à des mensurations extrêmement laborieuses ou à tenir compte de certains caractères purement physiologiques. Cet exemple est loin d'être unique. On pourrait en citer bien d'autres. En effet, à mesure que nous considérons des êtres de plus en plus simples, qu'il s'agisse de formes primitives ou, au contraire, dégénérées à l'extrême, les éléments constitutifs de la morphologie se font de plus en plus rares et se prêtent à des combinaisons dont le nombre se restreint à l'extrême, de sorte que les différences dans le chimisme du cytoplasme ne s'expriment plus avec évidence à l'échelle morphologique. On ne peut bientôt plus mettre en évidence que des différences dimensionnelles. On établit alors des courbes de fréquence. Mais où s'arrêter dans cette voie ? La seule limite qui se présente à nous est celle de la lignée pure ; ce n'est plus là l'espèce, à moins de concevoir celle-ci dans un sens très jordanien. Dans d'autres cas on utilisera des caractères biochimiques (ex. des Russules) ou encore la culture sur des gammes de milieux de constitution bien définie permettant de déceler des différences de comportement entre les souches comparées (Algues vertes inférieures, *Phytophthora*, etc.). Heureusement pour nous, la nécessité de culture qui serait un obstacle considérable s'il s'agissait de végétaux très développés et à croissance lente, n'est pas très gênante lorsqu'on se trouve en présence de formes inférieures. C'est uniquement la culture qui permet par exemple, chez les Algues, de rapporter à une même espèce le sporophyte diploïde et le gamétophyte haploïde souvent très différents morphologiquement. Mais que faire lorsqu'on étudie des Champignons parasites non cultivables, Uredinées par exemple ? Au critérium morphologique encore utilisable, la plupart du temps, pour définir correctement l'espèce, s'ajoute un critérium physiologique permettant de distinguer des sous-espèces et des races d'après

le degré d'adaptation à tout une série d'hôtes différentiels : ces hôtes différentiels qui joueront également un rôle si important pour l'identification du virus.

Chez les Bactéries le problème se pose à peu près de la même façon que chez les Champignons. Les indices morphologiques (forme et dimensions du corps Bactérien, Capsule, Spores, présence de Cils, etc.) sont encore moins nombreux que chez ces derniers, aussi est-il fait largement usage de caractères biochimiques (colorabilité par la méthode de Gram, acido-résistance) et de caractères physiologiques, déterminés par la culture sur une gamme de milieux de compositions variées, sans oublier le pouvoir pathogène lorsqu'il existe.

Si nous en venons maintenant aux virus, le problème se pose sous un jour tout à fait spécial. Nous ne sommes plus en présence d'êtres organisés. Le critérium morphologique n'est pas totalement absent, mais reste bien pauvre : dimensions des particules, forme plus ou moins allongée.

Le microscope électronique nous permet, pour quelques virus [1] d'utiliser ces données. Leur valeur reste douteuse d'après certains auteurs, car les images électroniques sont généralement obtenues à l'aide de virus purifiés, ayant de ce fait subi des traitements qui ont pu les amener à un état différent de celui qu'ils présentaient dans la cellule hôte. Bawden a insisté sur ces modifications éventuelles. Quoi qu'il en soit d'ailleurs, les virus observés à l'ultramicroscope sont aujourd'hui encore trop peu nombreux pour qu'il soit possible de faire jouer dès à présent à la morphologie un rôle important dans la systématique. Les symptômes présentés par la plante hôte ne peuvent pas davantage être retenus à l'échelon spécifique, car des virus extrêmement voisins, l'un dérivant de l'autre par mutation, peuvent provoquer des symptômes nettement différents sur des plantes appartenant à un même clone ou à une même lignée pure. Citons, par exemple, les mutants jaune vif si fréquents chez le virus de la Mosaïque du Tabac (*Marmor Tabaci*) et les mutants nécrosants du virus X de la Pomme de terre (*Marmor dubium*). Nous discuterons plus loin la valeur de ce critérium pour la distinction de la famille et du genre.

Il est vrai que certains virus produisent des symptômes spécifiques sur tel ou tel hôte bien déterminé : par exemple le virus de la Mosaïque du Tabac provoque l'apparition de lésions locales sur le *Nicotiana glutinosa*. On peut en tenir compte dans la définition de l'espèce, mais toujours sous bénéfice d'inventaire, un mutant ne présentant pas ce caractère risquant d'être découvert un jour [2].

Les propriétés physicochimiques simples, température d'inactivation, filtrabilité durée de conservation à une température déterminée (20° par exemple), auxquelles on peut ajouter, lorsqu'il s'agit de virus que l'on sait purifier, la présence ou l'absence d'anisotropie d'écoulement, l'aptitude ou l'inaptitude à cristalliser, sont précieuses car elles permettent souvent de distinguer si l'on a affaire à des entités spécifiques différentes. Par exemple la grande filtabilité du virus de la Mosaïque du Tabac, sa résistance à des températures très élevées (80°), sa propriété de subsister longtemps sous une forme active dans les organes desséchés, permettent de le distinguer d'autres virus. Malgré leur intérêt, ces caractères ne sauraient néanmoins être indiqués au premier chef comme critérium fondamental de l'espèce. En effet leur détermination est souvent délicate et peut prêter à des erreurs si certaines précautions ne sont pas prises. Enfin nombreux sont les virus qui n'ont pu jusqu'à présent être isolés *in vitro* et pour lesquels ces éléments sont inutilisables. De quels signes disposons-nous alors pour établir les cou-

[1] Virus purifiables par les techniques actuellement mises en œuvre.

[2] Dans cet ordre d'idée signalons que le virus B de Bawden, mutant du virus X de la Pomme de terre, ne provoque pas le «top necrosis «sur «King-Edward» et «Epicure», réaction qui fut longtemps considérée comme spécifique du virus X.

pures séparant les espèces ? Dans l'état actuel des choses le seul qui se présente à nous est la prémunition croisée. Nous avons déjà fait allusion à ce phénomène dans des publications antérieures. Une plante infectée par un virus déterminé est protégée, après une incubation convenable, contre des variants de ce même virus. Cette protection est liée à la persistance de l'infection. Par exemple un Tabac infecté par la forme ordinaire du virus de la Mosaïque du Tabac caractérisée par des taches chlorotiques vert tendre disposées en Mosaïque côte à côte avec les taches vert sombre, est protégé contre l'infection d'un mutant provoquant des taches jaune vif. Cette protection met d'ailleurs un certain temps à s'établir. Il faut au préalable que le virus ait eu le loisir de se répandre dans les divers organes de l'hôte. La prémunition doit être réciproque, c'est-à-dire que si un virus 1 protège la plante contre l'établissement d'un virus 2, ce dernier doit agir de même vis-à-vis de 1. Cette réciprocité est souvent difficile à établir ou partielle, mais il est indispensable de faire l'épreuve dans les deux sens en vue de dépister un phénomène qui imite la prémunition sans présenter son intérêt taxonomique. Nous faisons allusion ici au phénomène d'antagonisme présenté par certains virus. Un Tabac infecté par le virus « etch grave » (*Marmor erodens* var. *severum*) est protégé contre l'inoculation du virus Y (*Marmor upsilon*). L'épreuve étant faite uniquement dans ce sens on pourrait donc conclure à une prémunition et rattacher ces deux virus à une même entité spécifique. L'épreuve inverse montre que cette conclusion serait erronée : si nous inoculons le virus « etch grave » à une plante infectée par le virus Y, aucune protection n'est observée ; bien plus, le virus etch se développe si bien qu'il supplante le virus Y. Il s'agit donc bien là d'un antagonisme véritable qui n'a rien à voir avec la prémunition.

La greffe ne convient pas pour étudier la prémunition. Il est possible que cela tienne au fait que le virus surnuméraire, lorsqu'on l'inocule par ce procédé, est immédiatement entraîné par le flot de la sève élaborée et peut arriver dans les tissus jeunes en même temps que le virus inoculé le premier. Celui-ci perd alors son avantage. Il n'y a plus protection mais simple partage d'influence comme si les deux virus avaient été inoculés ensemble mécaniquement ou à l'aide d'un insecte vecteur.

Quels sont les fondements de la valeur de la prémunition croisée comme test spécifique ? C'est tout d'abord que celle-ci existe toujours entre les mutants d'un même virus. Ceci montre que tous les virus étroitement apparentés présentent entre eux cette propriété. Le tout est de savoir si celle-ci ne s'étend pas au delà des limites que l'on peut raisonnablement assigner à l'espèce. Or on constate que dans tous les cas où la prémunition croisée a été mise en évidence entre des virus dont la parenté n'a pu être constatée par l'observation d'une filiation directe par voie de mutation, les propriétés de ces derniers, toutes les fois qu'on a pu les mettre en évidence, sont extrêmement voisines ; la température d'inactivation, la filtrabilité, le mode de transmission (sauf quelques rares exceptions [1]), la liste d'hôtes sensibles [2] ne varient pas. La constitution chimique des molécules est presque identique.

Les légères différences dans la proportion et la nature des acides aminés signalées par Stanley entre le virus de la Mosaïque du Tabac et un virus du Plantain qu'il considère comme une souche de ce dernier, se rapportent à des virus dont les liens sont probablement beaucoup moins étroits que cet auteur ne l'admet.

La quasi identité de constitution des molécules s'exprime d'ailleurs par le fait que l'immunserum d'une des souches floculе l'autre, lorsqu'on a affaire à des virus sérologi-

[1] Par exemple le virus C étroitement apparenté au virus Y n'est pratiquement pas transmis par le *Myzus persicae*.
[2] Il peut y avoir de légères variations à ce point de vue.

quement actifs. Seules quelques fonctions antigéniques spécifiques beaucoup moins puissantes que le noyau commun diffèrent de l'une à l'autre.

Il semble donc que l'on soit fondé à admettre la parenté étroite de virus présentant entre eux la prémunition croisée et à les unir au sein d'une même espèce. L'extrapolation paraît légitime lorsqu'on a affaire à des virus dont l'identité de propriétés physico-chimiques ne peut être vérifiée [1]. Le terme même d'extrapolation souligne d'ailleurs la part de risque que comporte l'opération. Ce risque paraît néanmoins très faible, le critérium ayant révélé sa valeur dans un très grand nombre de cas.

A côté de la prémunition, il est légitime de faire jouer un rôle considérable aux épreuves sérologiques croisées, et de les placer à peu près sur le même plan que les expériences de prémunition. Certaines réserves d'importance secondaire s'imposent néanmoins. Tout d'abord beaucoup de virus n'ont pu fournir d'immunserums de sorte que le critère sérologique n'est susceptible, aujourd'hui du moins, d'aucune application générale. D'autre part, ce critère est souvent trop large. Les virus réunis au sein d'une même espèce, d'après l'épreuve de prémunition, présentent bien des réactions sérologiques croisées mais celles-ci s'étendent souvent au delà : par exemple le virus 3 du Concombre (*Marmor astrictum*) et le virus de la Mosaïque du Tabac présentent des antigènes communs, mais la réaction croisée est très faible. On ne peut songer à étendre aussi démesurément l'espèce sans risquer de lui faire perdre son efficience. De plus, à ce degré, les relations sérologiques deviennent difficiles à mettre en évidence et sont parfois discutées.

Lorsque deux virus ne possèdent qu'un très faible noyau antigénique commun, eu égard à leur puissance antigénique totale, on ne saurait d'ailleurs, nous semble-t-il, en déduire à coup sûr que leur parenté est très étroite. La spécificité antigénique est souvent due, en effet, à certains groupements accessoires, ou haptènes, non antigènes par eux-mêmes, et qui ne sont que des ornements de la grosse molécule protéïque. Il en résulte que certaines relations antigéniques peuvent fort bien être dues au hasard, le même groupement haptène se retrouvant fortuitement dans deux molécules entièrement différentes par ailleurs. L'existence de réactions sérologiques croisées ne nous permet donc de conclure à la parenté étroite entre deux virus que si le noyau antigénique commun est très important. En effet si de très nombreuses fonctions antigéniques se retrouvent dans l'un et l'autre, il devient difficile de supposer que leur présence simultanée ne soit pas l'indice d'une quasi identité dans leur constitution. Dans tous les cas étudiés jusqu'à présent, il s'est d'ailleurs vérifié que tous les virus présentant des réactions croisées puissantes étaient bien étroitement apparentés. Par ailleurs, on ne connaît pas d'exemple de virus apparentés dont les réactions sérologiques soient entièrement différentes. Le virus de la nécrose du Tabac (*Marmor lethale*) renferme bien des souches dépourvues de toute affinité réciproque, mais ces souches se distinguent par la dimension de leurs particules, leur mode de cristallisation, leur température d'inactivation. Il en résulte qu'il n'y a pas un virus de la nécrose du Tabac, mais plusieurs virus. L'espèce *M. lethale* de Holmes doit donc de toute nécessité être scindée en plusieurs espèces dont le seul lien est de provoquer des symptômes voisins sur le Tabac et quelques autres plantes. Leurs affinités sont possibles mais en tout cas très lointaines.

On peut néanmoins se demander si les critères immunologiques et sérologiques ne conduisent pas, malgré tout, dans certains cas à une conception un peu trop large de l'espèce. Les virus B et D, de Bawden, par exemple, fournissent des réactions immunolo-

[1] Beaucoup de virus ne peuvent être isolés par les techniques actuelles de sorte qu'ils ne sont connus que par les symptômes qu'ils provoquent.

giques [1] et sérologiques croisées avec le virus X. Doivent-ils être confondus purement et simplement avec ce dernier sous le nom de *Marmor dubium* [2] ? De même, le virus C doit-il être réuni au virus Y, pour la même raison, sous le nom de *Marmor upsilon ?* En réalité, on est amené à distinguer pratiquement les virus B et D du virus X et le virus C du virus Y en raison de certaines différences dans les symptômes qu'ils provoquent sur diverses plantes et, dans le cas du virus C, d'un mode de transmission différent. De plus, au point de vue génétique, ce sont des gènes différents qui déterminent la résistance par hypersensibilité (*field immunity*) aux virus X et B d'une part, Y et C d'autre part. Ces arguments suffisent-ils à justifier une séparation spécifique? Nous ne le pensons pas. La solution sage nous paraît être de marquer l'originalité très spéciale des souches considérées en les élevant au rang de sous-espèces, les autres constituant simplement des variétés de l'espèce-type.

Dans le cas du virus C, néanmoins, le problème se pose d'une façon très spéciale. En effet, ainsi que l'a fait remarquer Bawden dans une publication très récente, il n'y aurait rien d'« invraisemblable à ce que le virus C fut la souche mère, le virus Y proprement dit étant peut-être une souche dérivée ». Or, ceci est important car nous serons alors amenés à décrire le virus C comme espèce-type. Pour défendre son idée Bawden s'appuye notamment sur le fait que le virus C est très répandu sur de nombreuses variétés de Pommes de terre très anciennes aussi bien en Australie qu'en Europe et également sur l'observation d'après laquelle un mutant ne peut avoir des chances de concurrencer victorieusement la souche mère que si son pouvoir de transmission et de dispersion dans la nature y est plus élevé, ce qui, d'après lui, rend vraisemblable l'expansion du virus Y considéré comme un mutant du virus C, alors que la conception inverse lui paraît difficilement soutenable.

Mais comment expliquer alors que le virus C, si mal armé pour se répandre, ait pu être commun jadis. Bawden a été amené à supposer, pour y parvenir, que le virus C fut probablement autrefois transmis couramment par le *Myzus persicae* et qu'un renversement de la proportion de races supposées actives et inactives [3] de cet animal serait à l'origine de son comportement actuel.

Cette hypothèse nous paraît difficile à défendre et nous en proposons pour notre part une autre diamétralement opposée. On sait que les mêmes mutations ont souvent tendance à se reproduire, ainsi une même variété du virus de la Mosaïque du Tabac donnera avec une grande fréquence tel mutant à taches jaune vif. Ne sera-t-il pas permis de penser que la variété du virus Y qui dominait il y a quelques décades sur les vieilles variétés d'Europe et d'Australie aurait eu une certaine propension à donner naissance à un mutant non transmissible par les Pucerons. Que cette mutation se soit produite sur la plante souche de certaines variétés de Pommes de terre, on s'expliquerait ainsi la très grande fréquence du virus C sur ces dernières. On sait aujourd'hui que le virus Y a de nombreuses variétés. Celle qui domine aujourd'hui n'est peut-être plus celle qui dominait autrefois et donnerait alors naissance à des mutants moins remarquables. A notre avis, une telle hypothèse, sans s'imposer à l'esprit par des arguments décisifs, se heurte à moins de difficultés que celle de Bawden et nous paraît plus vraisemblable. L'expansion généralisée

[1] Lorsque nous parlons de réactions immunologiques il faut entendre ce terme dans le sens de prémunition qui correspond à une immunité d'un type très spécial.

[2] On verra plus loin pourquoi nous rejettons la dénomination nouvelle *Annulus dubius*.

[3] Sinnet a mis en évidence, dans le cas du « Streak du Maïs », l'existence chez l'insecte vecteur de races dites actives douées de la faculté de transmettre le virus et de races dites inactives dépourvues de cette faculté. L'insecte vecteur est une Citadelle (*Cicadulina mbila*). L'auteur suppose l'existence, chez les Pucerons, de races actives et inactives analogues. Il s'agit là d'une pure hypothèse.

d'une nouvelle variété du virus Y incapable de donner la mutation. C'est, en effet, plus aisément explicable étant donné l'immense brassage international des variétés, qu'une modification dans l'équilibre de races actives et inactives de *Myzus persicae,* races dont l'existence elle-même n'est qu'hypothétique.

Sans prétendre imposer notre conception de préférence à celle de Bawden et considérant simplement qu'il y a incertitude quant à la filiation de deux virus (une troisième hypothèse les faisant dériver tous deux d'une même souche serait également soutenable) nous nous basons sur la plus grande fréquence du virus Y pour considérer que l'espèce doit conserver le nom de *Marmor upsilon* avec deux sous-espèces *typicum* (virus Y) et *immobilis* (virus C) ce dernier terme étant destiné à rappeler le faible pouvoir de transmission du virus C.

Cette discussion appliquée aux cas des virus X et Y donne un exemple des problèmes que peut poser la délimitation des espèces. Elle montre que la création de sous-espèces présente un intérêt réel dans quelques cas, lorsque certaines variétés possèdent des caractères vraiment très particuliers de sorte qu'elles se détachent nettement des autres. Pour illustrer avec un peu plus de précision cette conception, nous ajouterons qu'il nous semblerait également fort logique de distinguer plusieurs sous-espèces chez le virus de la Mosaïque du Tabac. La Mosaïque ordinaire, la Mosaïque aucuba et la Mosaïque enation doivent constituer, à notre avis, trois sous-espèces ayant chacune ses variétés naissant par mutation. Ici, les sous-espèces que nous proposons se confondent avec les variétés de Holmes. Il n'en était pas de même dans le cas du virus X où certaines des variétés décrites par cet auteur ne méritent pas d'être élevées au rang de sous-espèces. On retiendrait simplement dans ce cas les virus B et D comme telles.

Des questions aussi délicates et complexes que celles que nous venons d'évoquer ne se posent, à vrai dire, que lorsqu'on se trouve en présence de virus déjà très bien connus et très étudiés. Dans la majorité des cas les essais de prémunition seront l'unique criterium utilisable, il en sera ainsi de tous les virus que l'on ne sait pas purifier ou qui s'inactivent dans les jus aussitôt extraits ou encore ne passent pas dans ces derniers, étant retenus par des éléments insolubles. Nos techniques laissent encore bien à désirer et si nos connaissances sur beaucoup de virus inoculables mécaniquement ont progressé à pas de géants depuis les travaux de Stanley et de Bawden et Pirie, il faut bien reconnaître qu'en ce qui concerne les virus dits « persistants », c'est-à-dire ceux qui présentent une période d'incubation dans le corps de l'insecte vecteur, virus généralement non inoculables mécaniquement à part quelques rares exceptions, nous sommes dans un état de stagnation déplorable et qui se prolongera peut-être longtemps encore.

Enfin il existe quelques virus dont le seul mode de transmission connu est la greffe. Pour ceux-ci, l'épreuve de la prémunition croisée n'est pas réalisable. Nous serons amenés, dans la plupart des cas à considérer chacun d'eux, à titre essentiellement provisoire, comme une entité autonome.

III. Les notions de genre, de famille et les unités supérieures.

La notion de genre est beaucoup moins naturelle, beaucoup plus arbitraire, que la notion d'espèce. Il suffit, pour s'en convaincre, de constater son instabilité relative dans certains groupes de Phanérogames. Or, ceux-ci sont les végétaux dont la systématique est de beaucoup la plus avancée. Il s'agit, pour constituer un genre, de grouper des espèces affines. Mais on manque souvent ici de démarcations tranchées. Cela devient souvent une question de flair, d'appréciation personnelle, parfois même de mode. Les uns en

tiennent pour de petits genres groupant peu d'espèces, d'autres pour des genres beaucoup plus synthétiques. Ces tendances s'expliquent souvent. Les premiers descripteurs, n'ayant pas le loisir de fouiller dans tous leurs détails les problèmes qui se posent à eux ont parfois tendance à créer des genres très vastes souvent polyphylitiques (ex. le *g. Hypnum* chez les Mousses), au contraire les spécialistes étroitement cantonnés dans l'étude d'un petit groupe seront naturellement portés à subdiviser à l'extrême ces genres très vastes.

La vérité est entre les deux : la subdivision des genres trop encombrés est fort utile car elle permet de grouper de nombreuses espèces par affinités, mais si nous dépassons un certain optimum l'avantage obtenu s'amenuise et finirait par s'annuler à la limite si tous les genres devenaient monospécifiques. Le genre est un faisceau d'espèces qui se rapprochent entre elles et se distinguent des autres par un ou plusieurs caractères nettement distincts. Son étendue est souvent sujette à discussion et doit être établie en tenant compte à la fois de considérations scientifiques et pratiques. Considérations scientifiques : le caractère choisi pour définir le genre doit être le signe d'une parenté réelle entre les espèces groupées. Il n'est pas toujours possible d'avoir la preuve que cette condition est réalisée, mais il est utile de la garder présente à l'esprit pour éviter d'établir avec trop de facilité des coupures, commodes peut-être, mais visiblement artificielles. Dans certains cas, faute d'éléments d'appréciation, on sera amené à établir des genres artificiels, mais leur caractère provisoire devra être souligné.

Les noms de genres proposés par Holmes pour désigner les virus des plantes reposent sur les symptômes présentés par l'hôte. Ceci a été critiqué avec raison si l'on veut prendre les choses au pied de la lettre. Les représentants du genre *Marmor* par exemple ne provoquent pas nécessairement des Mosaïques. C'est ainsi que la variété *annulus* du *Marmor dubium* ou virus X de la Pomme de Terre, produit bien une Mosaïque sur la plupart des variétés de Pommes de terre, mais sur d'autres, comme *King-Edward* ou *Epicure* l'infection se traduit par des nécroses très graves qui, partant du sommet de la plante où elles apparaissent sur les plus jeues feuilles, descendent progressivement le long de la tige et tuent le plus souvent la plante ; sur le Tabac ce seront des nécroses blanches en forme d'anneaux[1]. Il n'en est pas moins vrai que le symptôme le plus général du virus X sur la Pomme de Terre est la Mosaïque. Le terme *Marmor* doit donc s'entendre dans un sens relatif ; il désigne des virus *capables* de déterminer des Mosaïques, mais susceptibles aussi de produire d'autres symptômes : nécroses, déformations foliaires diverses, etc. Si l'on ne fait pas preuve d'une exigence de puriste ce terme paraît donc très convenable. Nous estimons même qu'il n'y aurait aucun inconvénient à inclure éventuellement dans le genre *Marmor* des virus ne produisant jamais de Mosaïques mais se rattachant aux autres *Marmor* par l'ensemble de leurs propriétés. Ceci n'a rien de plus choquant que d'inclure parmi les Monocotylédones des plantes, comme les Orchidées, entièrement dépourvues de cotylédons. Un mot n'est qu'un mot, c'est-à-dire du vent. L'essentiel est qu'il donne satisfaction dans l'ensemble et que sa définition soit posée de telle sorte qu'il ne risque pas de faire des dupes. Nous avons déjà dit dans une publication antérieure que certains des genres proposés en 1939 par Holmes prêtaient le flanc à des critiques et nous avions notamment cité le genre *Annulus*. Pour cette raison nous avions préconisé de préférence la division en genres proposés par Mc Kinney en 1944.

Holmes a reconnu lui-même le bien-fondé de certaines critiques et modifié quelques-unes de ses positions, avec une sincérité qui lui fait le plus grand honneur. Il a tenu compte des suggestions de Mc Kinney tendant à accorder une grande importance aux

[1] Pour cette raison, Holmes le reporte dans le *g. Ivanhus* sous le nom d'*Ivanhus dubius* mais cette position paraît fort discutable.

modes de transmission. Nous y viendrons, dans quelques instants, à propos de la notion de famille. Notons seulement qu'il nous semble que certains genres et notamment le *genre Marmor* paraîtront probablement bientôt trop larges. On pourrait envisager de subdiviser ce dernier en trois genres distincts en fonction du mode de transmission. Transmission uniquement mécanique (ex. *Marmor Tabaci* et *M. dubium*), mécanique et par Pucerons (ex. *Marmor upsilon* [1]). Par contre, nous serions d'avis de rejeter le *genre Annulus* et d'intégrer les espèces de ce genre dans le genre *Marmor sensu stricto*.

Dans le même ordre d'idées la distinction des genres *Chlorogenus* et *Chlorophthora* proposée par Mc Kinney d'après le mode de transmission (*Chlorogenus* transmission par Cicadelles et *Chlorophthora* transmission par la greffe seule connue) nous paraît à retenir au moins provisoirement. Même si l'on découvre un jour les insectes vecteurs des *Chlorophthora* il est très vraisemblable que le mode de transmission est nettement différent, leur contagiosité étant certainement faible.

Il ne saurait être question d'aller plus loin dans la discussion des détails sans refaire toute la classification, besogne que nous laissons bien volontiers à de plus érudits. Notre but est seulement de discuter les idées générales et de nous efforcer de penser correctement les grands principes de la classification.

La tâche devient particulièrement difficile si nous abordons la notion de famille, étant donné la valeur très générale de celle-ci.

Un point nous paraît évident au départ : certains virus mal connus ne peuvent être intégrés légitimement dans une grande famille naturelle. On suggérerait ainsi des rapprochements qui auraient les plus grandes chances de se montrer inexacts. Il en est ainsi notamment des virus dont le seul mode de transmission connu est la greffe. Ne pourrait-on les grouper provisoirement dans une famille artificielle d'*Invectoriae* [2] au sein de laquelle on distinguerait les genres d'après les symptômes ex : *genre Pseudomarmor* pour ceux qui déterminent des Mosaïques, *Chlorophthora* pour les jaunisses, *Rimocortius* lorsqu'il y a des exfoliations corticales, etc. On placerait également dans ce groupe les virus dont l'existence n'est qu'hypothétique (ex. virus du Sereh de la Canne à Sucre *Nanus Sacchari*).

L'usage des symptômes que nous condamnions à l'échelle de l'espèce paraît légitime pour la distinction des familles comme des genres, en admettant qu'il s'agît seulement de définir des tendances. Les *Marmoraceae* groupent des virus donnant dans certains cas des Mosaïques, mais souvent capables de provoquer d'autres symptômes (*vein-clearing*, nécroses, etc.). Le mode de transmission doit jouer un rôle important. Il nous paraît, par exemple, essentiel de séparer les virus transmis par des Cicadelles et par des Pucerons.

En ce qui concerne les virus mieux connus, certaines familles s'imposent.

Parmi celles-ci la famille des *Marmoraceae* est particulièrement typique. Malheureusement, nous ne pouvons admettre la délimitation qu'en a proposé Holmes en 1948. L'adjonction des *g. Corium, Rimocortius, Adelonosus* au voisinage des *Marmor* nous paraît très sujette à caution. Par contre, nous avons dit que la fusion des genres *Annulus* et *Marmor* nous paraissait souhaitable, ce qui revient à supprimer la famille des *Annulaceae*.

Nous proposons donc de définir la famille des *Marmoraceae* comme un groupe de virus provoquant le plus souvent des décolorations en plages irrégulières ou en anneau fréquemment accompagnées de déformations du feuillage et souvent capables de provoquer dans certains cas des nécroses. La transmission se fait mécaniquement et la plupart du temps aussi par insectes vecteurs. Ces derniers sont des Pucerons, ou des Thysanoptères.

[1] On verra plus loin que nous proposons de sortir de la famille du Marmoraceae les virus non transmissibles mécaniquement.

[2] Ce groupe serait comparable à celui des champignons imparfaits, groupement artificiel de champignons dont la forme sexuée est inconnue.

Transmission mécanique : *G. Marmor* (*M. Tabaci*).

Transmission mécanique et par Pucerons : Mosaïque *genre Vectomarmor* (*V. upsilon*) ; déformations *genre Acrogenus ;* pas de symptômes si ce n'est en combinaison avec un autre virus : *Adelonosus.*

Comme nous l'avons indiqué plus haut les virus déterminant des Mosaïques transmissibles uniquement par la greffe forment un genre *Pseudomarmor* classé dans les *Invectoriae* (ex. *P. angliae* virus du *paracrinke* de la Pomme de terre).

Il nous semble qu'il serait imprudent de ranger dans les *Marmoraceae* les virus transmissibles par Cicadelle et Aleyrodidae type streak du Maïs et « Cassava mosaïc » du Manioc, ainsi que le fait Mc Kinney. Il nous semble que le comportement de ces virus est sensiblement différent de celui des virus transmis par des Pucerons. Nous plaçons, par contre, avec Holmes le *genre Acrogenus* dans les Marmoraceae bien qu'il ne provoque pas de Mosaïques en raison de son mode de transmission qui permet, *peut-être*, de le rapprocher du *Marmor dubium.*

Les virus transmis par Pucerons mais non inoculables mécaniquement constitueraient une famille voisine des *Marmoraceae*, les *Coriaceae*, avec les *genres Corium, Nervillustrans* [1] (type Mosaïque du Dahlia *N. Dahliae*), *Blastogenus.*

Les genres *Fractilinea* et *Ochrosticta* de Mc Kinney, ainsi que le genre *Lethum* formeraient une famille, peut-être artificielle, de virus de Mosaïque transmis par des insectes autres que les Pucerons.

La famille des *Rugaceae* grouperait, parmi les autres virus, ceux qui ne tombent pas dans les *Invectoriae.*

Nous ne pousserons pas plus loin cette étude du détail de la classification. En effet, ainsi que nous l'avons déjà laissé entendre plus haut, notre but présent n'est pas d'édifier une classification nouvelle mais de contribuer à dégager les principes susceptibles de servir de base à l'amélioration des classifications déjà proposées. Une discussion portant sur les fondements de la classification et sur les principes de base qui doivent servir à son édification, nous paraît, en effet, indispensable si l'on veut éviter de bâtir sur le sable. Les idées que nous avons émises ne sont certainement pas toutes indiscutables. Nous souhaitons d'ailleurs vivement susciter des critiques éclairées. Celles-ci contribueront certainement à faire avancer la question.

Restent les cadres supérieurs à la famille. Faut-il, avec Mc Kinney considérer, les virus comme un embranchement du Règne végétal *Viriphyta*, les virus parasites des plantes formant une classe subdivisée en deux ordres dont l'un, celui des Spermatophytophagales, attaque les Spermatophytes ; ou comme Holmes, dans sa plus récente classification, considérer seulement un ordre des *Virales* avec trois sous-ordres *Phagineae* attaquant les Bactéries, *Phytophagineae* attaquant les végétaux supérieurs et *Zoophagineae* attaquant les animaux ?

La première conception nous paraît plus logique, encore qu'arbitraire et présentant peut-être un caractère provisoire. Nous ignorons totalement s'il n'y a pas, dans certains cas, des liens plus étroits entre tel virus des animaux et tel virus des plantes qu'entre deux virus de plantes extrêmement différents. Nous sommes encore trop ignorants de la nature intime des virus pour trancher le problème avec sécurité.

Nous serions plutôt d'avis de considérer provisoirement les virus comme un embran-

[1] Dénomination nouvelle. Le symptôme de la Mosaïque du Dahlia n'est pas une mosaïque mais un éclaircissement des nervures.

chement subdivisé en trois classes *Phagineae* (Bacteriophages), *Phytophagineae* (virus des plantes supérieures), *Zoophagineae* (virus des animaux) la subdivision en ordres étant à établir par un groupement judicieux des familles au sein de chacun de ces classes. Nous proposerions, par exemple, de réunir la famille des *Marmoraceae* et la famille des *Coriaceae* dans un même ordre des *Marmorales*, la famille des *Rugaceae* constituant à celle seule l'ordre des *Rugales*. Les *Invectoriae* groupement artificiel et provisoire seraient naturellement laissé à part de chacun de ces deux ordres. L'intérêt de ces groupements d'ordre supérieur est d'ailleurs secondaire en l'état actuel de la question. Ce sont surtout les notions d'espèce, de genre et de famille qu'il importe actuellement de préciser.

De toutes façons nous repoussons résolument le rattachement des virus au Règne végétal. Leur origine phylogénétique reste, en effet, entièrement hypothétique. Pour certains d'entre eux on peut bien affirmer qu'ils ne sont pas doués de vie, ce qui plaide contre leur rattachement à un règne d'être vivants. Il est probable que certains virus parmi ceux que l'on ne sait transmettre que par la greffe sont de même nature que les plasmagènes et cette conception pourra peut-être s'étendre plus largement par la suite. Mais ceci également plaide contre leur rattachement aux êtres vivants. Le plasmagène fait partie de la matière vivante de la cellule, il participe à ces échanges qui sont l'essence même de la vie, mais on ne saurait lui attribuer de propriétés vivantes intrinsèques, pas plus qu'à tout autre constituant du cytoplasme ou du noyau. C'est la coexistence de tous ces constituants non vivants par eux-mêmes et le jeu coordonné de leurs réactions réciproques qui crée la vie. Celle-ci n'est qu'une résultante. Elle se place à une échelle différente dans la hiérarchie des phénomènes.

Conclusion.

Cet essai sur la systématique des virus met en évidence la complexité du problème. Nous sommes en plein dans la phase des tâtonnements. Beaucoup d'éléments d'appréciation importants manquent totalement Il nous paraît cependant essentiel de tenter d'établir une première ébauche provisoire et imparfaite. La voie a été ouverte par Holmes à qui revient le mérite d'avoir appliqué la nomenclature linéenne aux virus, rendant ainsi possible l'établissement progressif d'une classification naturelle. Nous lui reprochons seulement d'avoir établi des classifications trop parfaites dans leur forme et proposons la création d'un groupe de rebut, les *Invectoriae*, réunissant les virus qui actuellement ne peuvent prendre place dans l'ensemble. Réunir certains de ces *Invectoriae* à d'autres familles, c'est, en effet, suggérer des relations qui ont les plus grandes chances de se révéler fausses.

Il nous reste à souhaiter que les progrès de la biochimie permettent de substituer progressivement une classification chimique à cette classification biologique vraisemblablement provisoire.

Le présent travail ne nous paraît pas devoir comporter de bibliographie. C'est toute la littérature relative aux virus qu'il faudrait citer, à peu de choses près. Nous nous bornons à indiquer quelques références importantes.

(*Reçu le 16 septembre 1948.*)

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.

1. Ainsworth. — Virus nomenclature. *Ann. appl. Biol.*, XXX, 2 p., 187-188, 1943.
2. Augier (J.). — Les unités du monde végétal, 1 vol. 280 p. Paris, 1942.
3. Bawden (F. C.). — Plant viruses and virus diseases. *Chronica Botanica*, 290 p., 1943.
4. Bennett (C. W.). — The nomenclature of plant viruses. *Phytopatho.*, XXIX, p. 422-430, 1939.
5. Bawden (F. C.) et Kassanis (B.). — The behaviour of some naturally occuring strains of Potato virus Y. *Ann. appl. Biol.*, XXXIV, n° 4, p. 503-15, 1947.
6. Bennett (C. W.). — Report of the committee of nomenclature and classification of plant viruses, *Phytopatho*, XXXIII, n° 424, 1943.
7. Cook (Melville T.). — Viruses and virus diseases of plants, 2 vol., 244 p. Mineapolis, 1947.
8. Cuenot (L.). — L'espèce, 1 vol., 310 p. Paris, 1936.
9. Holmes (F. O.). — Proposal for extension of the binomal systems of nomenclature to include viruses. *Phytopatho*, XXIX, p. 431-436, 1939.
10. Holmes (F. O.). — Handbook of Phytopathogenic viruses. *Mineapolis*, vol. 221, p. 1939 et 1941).
11. Holmes (F. O.). — Order virales. The filtrable viruses. *Bergey's manual of determinative Bacteriology*, suppl., n° 2, p. 1128, 1286, 1948.
12. Johnson (J.). — The classification of plant viruses, *Wisc. Agr. Exp. St.*, Tech. Bull, n° 76, 1927.
13. Johnson (J.) et Hoggan. — A descriptive key for plant viruses. *Phytopatho*, XXV, p. 328-343, 1935.
14. Limasset (P.). — Les maladies à Virus des plantes. 1 vol., 88 p. Paris, Imprimerie nationale, 1940.
15. Limasset (P.). — Nomenclature des virus phytopathogènes. *Ann. Epiph.*, XII, p. 317-323, 1946.
16. Mc Kinney (H. A.). — Genera of the plant viruses. *J. Wash. Ac. Sc.*, XXXIV, n° 5, p. 139-154, 1944.
17. Quanjer. — The methods classification of plant viruses and an attempt to classification and name pot ato viruses. *Phytopatho*, XXI, p. 577-613, 1931.
18. Smith (K. M.). — A textbook of plant viruses. *Churchill*, London, p. 615, 1937.
19. Valleau. — Virus nomenclature and classification. *Chr. Bot.*, VII, p. 152-154, 1942.

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE DE L'EXPANSION

DE QUELQUES VIRUS INOCULABLES MÉCANIQUEMENT

CHEZ LA TOMATE [1]

Par N. Panos,

Ingénieur Agronome de l'Université de Salonique,
Assistant à l'Institut du Tabac de Grèce.

SOMMAIRE.

	Pages.
I. — Introduction	297
II. — Matériel et méthodes	300
III. — Expériences	302
IV. — Conclusions	312
V. — Bibliographie	313

Introduction.

Le problème de l'expansion des virus inoculables mécaniquement au sein des tissus de la plante hôte a été l'objet d'un certain nombre de travaux. Les plus importants sont ceux de Caldwell (4, 5, 6), Holmes (10) et Samuel (20), qui ont étudié le mouvement, la direction et la vitesse du mouvement des virus.

Caldwell, en 1931 (5), observe que la propagation se fait lentement avec une vitesse uniforme à travers différents tissus vivants à partir de la feuille inoculée, vers la partie supérieure et la partie inférieure de la plante traitée. La vitesse de propagation vers la partie supérieure serait légèrement plus grande, l'action du métabolisme plus intense dans la partie haute de la plante expliquant ce phénomène. Il a démontré de plus que le virus ne circule pas dans les vaisseaux ligneux. On peut en effet empêcher l'expansion

[1] Nous adressons nos remerciements à Mlle Acgier de Montgremier, pour l'aide qu'elle nous a apportée dans l'exécution de ce travail.

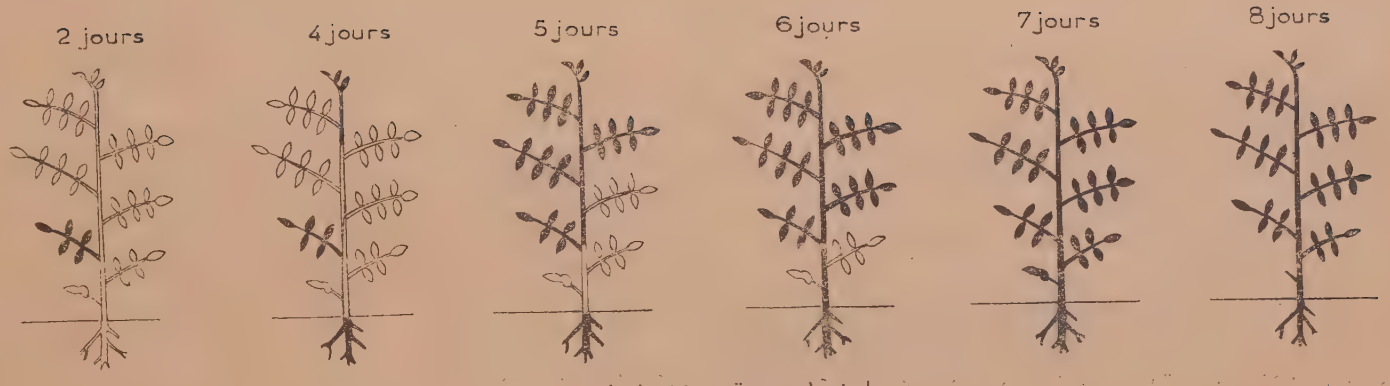


FIG. I.

a. Schéma montrant la propagation (en noir) du virus de la Mosaïque du Tabac sur de jeunes plants de Tomate de variété *Bonybest*.

b. Schéma montrant la propagation (en noir) du virus X de la Pomme de terre sur de jeunes plants de Tomate de variété *Maréchal Joffre*.

Dans les deux cas, il s'agit de plants cultivés en serre, d'une taille moyenne de 20 centimètres.

du virus de la Mosaïque Aucuba en tuant un fragment de tige de Tomate par la vapeur. La montée de sève brute n'est pas arrêtée, ce qui montre que le xylème reste fonctionnel bien qu'il ne permette pas le transport de l'agent pathogène. Il prétend, en outre, après Böning (3), que les déplacements des virus sont indépendants du flux de sève élaborée dans le liber. Mais ce point de vue, à l'inverse du précédent, n'a pas été confirmé par les recherches ultérieures.

Holmes en 1932 (10) a observé dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac, que celui-ci diffuse d'abord très lentement autour du point d'inoculation. Il y aurait passage d'une cellule à l'autre par l'intermédiaire des plasmodesmes. Au bout de quelques jours sa vitesse s'accroît de la façon la plus imprévue et on peut le déceler dans tout l'organisme. En utilisant la technique de la coloration par l'iode qui met à profit le défaut de migration de l'amidon dans les zones envahies par le virus, il montra que l'infection, au stade de généralisation, débute dans les jeunes feuilles le long des nervures. En coupant la nervure principale on ralentit considérablement l'expansion du virus dans la feuille alors que la section des zones de parenchymes situées entre les nervures est dépourvue d'effet à ce point de vue. La phase d'expansion rapide s'effectue donc, semble-t-il, grâce au transport du virus dans le liber. En effet, l'hypothèse d'un transport du virus dans le xylème est éliminée, puisque Caldwell en 1931 (5) a nettement démontré qu'il n'a pas lieu.

Les conclusions de Holmes ont été confirmées par Samuel en 1934. Samuel (20) en travaillant sur des Tomates inoculées par le virus de la Mosaïque du Tabac a dégagé les faits suivants :

1° Le mouvement du virus au delà de la feuille inoculée commence seulement trois ou quatre jours après l'inoculation. Ce délai varie légèrement selon la vitesse de croissance de la plante inoculée.

2° A partir de la feuille inoculée, le virus se dirige d'abord vers les racines, avec une vitesse telle qu'on peut difficilement le déceler en position intermédiaire. De plus, c'est habituellement un jour plus tard qu'il gagne le sommet de la plante. Dans un cas seulement cet auteur admet que le virus circule en même temps vers le haut et vers le bas : quand il s'agit de plantes formant des fruits ou des fleurs.

3° Dans les premiers stades, les particules de virus sont séparées les unes des autres par des distances relativement considérables, de l'ordre de plusieurs centimètres [1].

4° Le temps nécessaire à l'invasion de la plante est en rapport avec son âge; il varie de quelques jours pour les jeunes plantes, à trois semaines pour les plantes d'âge moyen et deux mois pour les grandes plantes formant des fruits.

Samuel estime encore que l'expansion dans sa phase rapide se produit dans le liber en corrélation avec l'écoulement de la sève élaborée, hypothèse qui fut consolidée par les travaux de Bennett (2), qui, en 1940, a montré dans une série d'expériences très habilement montées que les conditions qui contrarient le flux de sève élaborée ralentissent l'expansion du virus de haut en bas et accélèrent au contraire son mouvement de bas en haut.

Les conclusions de Samuel sont d'une très grande importance et ont été confirmées par plusieurs auteurs.

[1] Des fragments de tiges de Tomate inoculées étaient débités et mis en incubation pendant plusieurs jours afin que la plus petite quantité de virus qu'ils étaient susceptibles de contenir ait la possibilité de se multiplier.

Stapp et Marcus en 1943 (22) notamment, étudiant les virus X, Y et A de la Pomme de terre ont confirmé la discontinuité de l'expansion du virus dans la tige. Köhler en 1938 (12) aboutit de son côté à la même conclusion. Par ailleurs Forbes et Mills en 1945 (9) ont confirmé, dans le cas de la Mosaïque de la Canne à sucre, l'influence de la rapidité de croissance de la plante hôte sur le temps nécessaire à la généralisation de l'infection.

Kunkel en 1939 (13) a repris l'ensemble du problème dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac sur la Tomate. Kunkel souligne que :

1° Le virus de la Mosaïque du Tabac ne commence jamais à migrer hors de la feuille de Tomate inoculée, avant quarante-deux heures, mais l'intervalle de temps nécessaire varie beaucoup d'une plante à l'autre.

2° Généralement le virus, partant de la feuille inoculée, gagne la tige, en direction du sommet d'une part et des racines d'autre part. Il arrive d'ailleurs que la circulation s'effectue de façon privilégiée dans une seule de ces deux directions. Rien ne prouve que ce soit à partir des racines que le sommet est atteint. Certaines observations paraissent même suggérer qu'il n'en est pas ainsi.

3° Le mouvement rapide du virus, observé par Holmes (10) et Samuel (20) dans la deuxième phase de l'expansion, est entièrement confirmé par Kunkel.

Dans le présent travail nous avons repris le problème de l'expansion du virus à l'intérieur de la plante hôte en nous attachant à en vérifier certains points : mode d'expansion du virus (vitesse, succession des organes atteints) et rôle du liber dans les déplacements à grande distance. Nous examinons de plus le cas de plantes atteintes par un complexe de deux virus, dans le but de voir si les différences des vitesses d'expansion des deux constituants se maintiennent ou non, lorsque ceux-ci envahissent la plante simultanément. Ceci permettra de savoir si deux virus présentant une action synergique restent liés l'un à l'autre dans leur expansion ou gardent leur indépendance.

Matériel et méthodes.

La plante hôte utilisée dans nos expériences était la Tomate. Deux variétés : « Bonybest » et « Maréchal Joffre » ont été soumises aux inoculations. Celles-ci étaient réalisées sur des plantes d'une taille de 20 centimètres environ et pourvues de sept à huit feuilles.

Deux virus, le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre ont été expérimentés. L'inoculation était toujours réalisée sur la troisième feuille[1], par la méthode dite de friction, avec un jus de Tabac infecté par le virus soumis à l'expérience. Le carborundum était utilisé comme abrasif pour l'inoculation (15)[2].

Pour déceler la présence du virus chez les plantes nous avons utilisé la microméthode sérologique. Cette méthode, due à Jermoljev et Ibruska (11) a été reprise par Stapp en 1943 (21), Roland en 1945 (19), Limasset en 1947 (16), Limasset et Mlle Augier de Montgremier en 1947 (17, 18). Ces derniers l'ont appliquée au dosage des virus. Elle présente l'avantage d'être très rapide. La présence du virus dans un jus brut peut être décelée au maximum quarante-cinq minutes après le début de l'extraction. Pour

[1] Les feuilles sont comptées en remontant vers le sommet à partir de la feuille la plus basse portant le numéro 1.
[2] Pour les détails de la méthode d'inoculation se rapporter à P. Limasset (15).

effectuer cette microséroréaction on prélève un fragment d'organe de la plante à examiner; on presse ensuite ce fragment dans une étamine humide pour en extraire quelques gouttes de jus que l'on recueille dans un tube de centrifugeuse en ajoutant une goutte de sérum physiologique (le sérum physiologique assure la présence d'électrolyte en

Fig. II.

Schéma montrant la propagation du complexe : virus X de la Pomme de terre + virus de la Mosaïque du Tabac sur de jeunes plants de Tomate de variété *Maréchal Joffre* (en noir, la propagation des deux virus ; en traits, la propagation du virus de la Mosaïque du Tabac seul). Culture en serre.

quantité suffisante). On centrifuge pendant cinq à dix minutes à 4.000-6.000 tours par minute. On mélange, sur une lame, une goutte du liquide surnageant avec une goutte de l'immunsérum correspondant au virus étudié (1), et on recouvre d'une lamelle. La préparation est examinée sur fond noir au faible grossissement (avec l'objectif n° 3 de

(1) Les immunsérums sont obtenus par immunisation de lapins. Pour les détails se rapporter à P. Lemassee (16).

Stiassnie). L'immunsérum précipitant spécifiquement le virus qui lui correspond, la présence d'un floculat permet de déceler la présence du virus dans l'organe étudié. L'absence de précipité indique que le virus existe en quantité nulle ou négligeable. On vérifie les résultats au moyen de préparations témoins de façon à éviter des erreurs d'interprétations dues à d'éventuels précipités non spécifiques (liquide surnageant + sérum de lapin non immunisé).

Nous avons fait des épreuves quotidiennes sur toutes les feuilles, la racine, le bourgeon terminal et la tige. La tige était coupée en trois morceaux : le premier entre la racine et la feuille inoculée (partie inférieure), le deuxième entre la feuille inoculée et la cinquième feuille (partie centrale) et le troisième entre la cinquième feuille et le bourgeon terminal (partie supérieure).

Expériences.

1. *Essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac.*

Quatorze pieds (1-14) de Tomate de la variété « Bonybest » furent inoculés en serre le 24 juillet 1947, à 10 heures, par le virus de la Mosaïque du Tabac (jus extrait de Tabac atteint). A partir du 26 juillet nous avons fait des épreuves sérologiques, dont nous donnons les résultats analytiques dans le tableau suivant (Tableau I). Chaque jour une plante était sacrifiée et analysée en détail.

TABLEAU I

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac.

		SÉRUM ANTI M. T.					
RÉGIONS DE LA PLANTE.		26-7-47.	28-7-47.	29-7-47.	30-7-47.	31-7-47.	1-8-47.
		Pied 1.	Pied 2.	Pied 3.	Pied 4.	Pied 5.	Pied 6.
Feuille n° 1	Inoculation le 24 juillet à 10 heures. Épreuves à 10 heures.	−	−	−	−	+	Manque.
— 2		−	−	−	−	+	+
— 3 (inoculée)		+	+	+ +	+ +	+ +	+ +
— 4		−	−	−	+	+	+
— 5		+	−	+	+	+	+ +
— 6		−	−	+	+	+ +	+ +
— 7		−	Absente.	+	+	+ +	+ +
Sommet (bourgeon terminal)		−	+	+	+ +	+ +	+ +
Racine		−	+	+	+ +	+ +	+ +
Tige : partie inférieure		Pas d'épreuve.	Pas d'épreuve.	−	+	+ +	+ +
— — centrale		//	//	+	+	+ +	+ +
— — supérieure		//	//	+	+	+ +	+ +

Les feuilles sont comptées en remontant vers le sommet à partir de la feuille la plus basse portant le numéro 1.

Nous remarquons que : 1° Les feuilles n^{os} 1 et 2 (feuilles au-dessous de la feuille inoculée) des plantes 3 et 4 étaient desséchées et nous avons été obligés de les broyer dans un mortier avec de l'eau; 2° La réaction avec le jus de la racine était beaucoup plus forte le 30 juillet que le 29 juillet.

L'apparition des symptômes de la Mosaïque du Tabac sur les Tomates 7-14 (feuilles jeunes du sommet) eut lieu du 7 au 9 août, c'est-à-dire plus de huit jours après la généralisation de l'infection.

2. *Essais avec le virus X de la Pomme de terre.*

L'inoculation de 14 pieds (1-14) de Tomate « Maréchal Joffre », avec le virus X de la Pomme de terre (jus extrait de Tomate et dont la virulence a été vérifiée avant l'inoculation) fut réalisée le 19 août 1947 à 15 heures. Des épreuves sérologiques faites le 21 et 22 août, à 10 heures, ont donné des réactions négatives même sur la feuille inoculée, tandis que celles du 23 août ont donné une réaction positive sur la feuille inoculée. Il semble donc que l'expansion du virus X de la Pomme de terre soit plus lente que celle du virus de la Mosaïque du Tabac. Nous pouvons résumer les épreuves sérologiques du 21 août au 29 août dans le tableau suivant (Tableau II).

TABLEAU II

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus X de la Pomme de terre.

RÉGIONS DE LA PLANTE.		SÉRUM ANTI X.							
		21-8-47.	22-8-47.	23-8-47.	25-8-47.	26-8-47.	27-8-47.	28-8-47.	29-8-47.
		Pied 1.	Pied 2.	Pied 3.	Pied 4.	Pied 5.	Pied 6.	Pied 7.	Pied 8.
Feuille n° 1	Inoculation le 19 août à 15 heures. Épreuves à 10 heures.	Pas d'épreuve	Pas d'épreuve	Pas d'épreuve	–	–	–	?	+
— 2		//	//	//	–	?	?	ε	+
— 3 (inoculée)		–	–	+	+	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
— 4		Pas d'épreuve	Pas d'épreuve	Pas d'épreuve	–	+	+ +	+ +	+ +
— 5		//	//	//	–	+ +	+ +	+ +	+ + +
— 6		//	//	//	+	+ +	+ +	+ +	+ + +
— 7		//	//	//	Absente	Absente	+ +	+ + +	+ + +
Sommet (bourgeon terminal)		–	–	–	+ +	+ +	+ + +	+ + +	+ + +
Racine		–	–	?	+ +	+ +	+ + +	+ + +	+ + +
Tige : partie inférieure		–	–	?	ε	ε	+	+	+ +
— — centrale		Pas d'épreuve	Pas d'épreuve	Pas d'épreuve	ε	ε	+	+	+ +
— — supérieure		//	//	//	–	ε	+	+	+ +

Les feuilles sont comptées en remontant vers le sommet à partir de la feuille la plus basse portant le numéro 1.

Les symptômes du virus X de la Pomme de terre sur les jeunes feuilles du sommet (pieds 9-14) apparurent le 1er septembre, soit deux jours après la généralisation de l'infection.

* * *

La figure I indique l'expansion journalière du virus de la Mosaïque du Tabac d'une part et du virus X de la Pomme de terre d'autre part dans les différents organes de la plante.

3. *Essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre.*

Ces essais ont été effectués dans le but de comparer les résultats précédents et de vérifier si l'expansion du virus X de la Pomme de terre est en effet plus lente que celle du virus de la Mosaïque du Tabac, ou si la différence observée était due à d'autres causes

(réaction différente des deux variétés utilisées). Nos premiers essais ont été faits avec différentes variétés et à différentes époques. Nous avons inoculé le 13 mars 1948 à 9 heures, 12 pieds (1-12) de Tomate «Maréchal Joffre», avec le virus de la Mosaïque du Tabac, d'une part, et 12 autres pieds (A-L) de cette même variété, avec le virus X de la Pomme de terre, d'autre part. Pour l'inoculation nous avons utilisé des jus de Tabacs atteints par l'un ou l'autre de ces deux virus. A partir du 15 mars, à 9 heures, nous avons fait des épreuves sérologiques dont nous donnons les résultats dans le tableau III *a-b*.

Tableau III *a*

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac.

Régions de la plante.		Sérum anti M. T. 15-3-48. Pied 1.	16-3-48. Pied 2.	17-3-48. Pied 3.	18-3-48. Pied 4.	19-3-48. Pied 5.	20-3-48. Pied 6.
Feuille n° 1	Inoculation le 13 mars à 9 heures. Épreuves à 9 heures.	−	−	−	−	−	+
— 2		−	−	−	−	−	+
— 3 (inoculée)		+	+	+	+ +	+ +	+ + +
— 4		−	−	−	−	−	+
— 5		−	−	−	−	+	+
— 6		−	−	−	+	+ +	+ +
— 7		−	−	−	+	+ +	+ + +
Sommet (bourgeon terminal)		−	−	+	+	+ +	+ + +
Racine		−	−	+	+	+ +	+ + +
Tige : partie inférieure		−	−	+	+	+	+ +
— — centrale		−	−	+	+	+	+ +
— — supérieure		−	−	+	+	+	+ +

Tableau III *b*

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus X de la Pomme de terre.

Régions de la plante.		Sérum anti X. 15-3-48. Pied A.	16-3-48. Pied B.	17-3-48. Pied C.	18-3-48. Pied D.	19-3-48. Pied E.	20-3-48. Pied F.	21-3-48. Pied G.	22-3-48. Pied H.	23-3-48. Pied I.
Feuille n° 1	Inoculation le 13 mars à 9 heures. Épreuves à 9 heures.	−	−	−	−	−	−	−	+	+
— 2		−	−	−	−	−	−	−	+	+
— 3 (inoculée)		+	+	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
— 4		−	−	−	−	−	−	−	+	+ +
— 5		−	−	−	−	−	−	+ +	+ +	+
— 6		−	−	−	−	−	+	+ +	+ + +	+ +
— 7		−	−	−	+	+	+	+ + +	+ + +	+ + +
Sommet (bourgeon terminal)		−	−	+	+	+	+	+ +	+ + +	+ + +
Racine		−	−	+	−	+	+	+	+	+ +
Tige : partie inférieure		−	−	+	+	+	+	+ +	+ +	+ +
— — centrale		−	−	+	+	+	+	+	+ +	+ +
— — supérieure		−	−	+	+	+	+	+	+	+

Les feuilles sont comptées en remontant vers le sommet à partir de la feuille la plus basse portant le numéro 1.

D'après ces résultats il paraît évident que l'expansion du virus X de la Pomme de terre est plus lente que celle du virus de la Mosaïque du Tabac.

L'apparition des symptômes de la Mosaïque du Tabac sur les pieds 7-12 eut lieu le 27 mars, tandis que celle du virus X de la Pomme de terre sur les pieds J-L se manifesta le 30 mars, soit dans les deux cas environ une semaine après la généralisation de l'infection.

4. *Essais avec le complexe : virus X de la Pomme de terre + virus de la Mosaïque du Tabac.*

Dans nos précédents essais nous avions étudié séparément l'expansion du virus de la

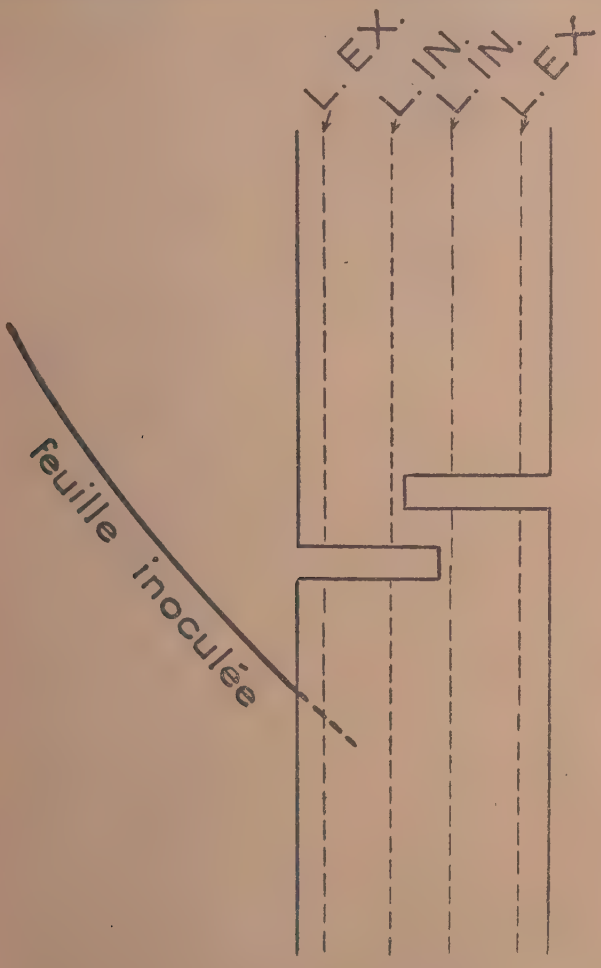


FIG. III.

Schéma montrant la section en demi-cercle au-dessus de la feuille inoculée. (L. EX. = liber externe; L. IN. = liber interne).

Mosaïque du Tabac et du virus X de la Pomme de terre. L'essai que nous avons entrepris le 27 mars 1948 comportait l'inoculation de 12 pieds (1-12) de Tomate « Maréchal Joffre » avec le complexe : virus X de la Pomme de terre + virus de la Mosaïque de Tabac (jus extrait de Tabac). L'inoculation par les deux virus fut réalisée successivement sur

la même feuille par friction en présence de carborundum. Les résultats analytiques (Tableau IV. Figure II) montrent qu'en combinaison avec le virus de la Mosaïque du Tabac, aussi bien qu'isolément, le virus X de la Pomme de terre présente une expansion plus lente pour ce dernier. Ces deux virus exercent une action synergique sur la Tomate et cependant leur expansion reste indépendante.

TABLEAU IV

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le complexe : virus X de la Pomme de terre + virus de la Mosaïque du Tabac.

		SÉRUM ANTI M. T.					
RÉGIONS DE LA PLANTE.		30-3-48.	31-3-48.	1-4-48.	2-4-48.	3-4-48.	5-4-48.
		Pied 1.	Pied 2.	Pied 3.	Pied 4.	Pied 5.	Pied 6.
Feuille n° 1	Inoculation le 27 mars à 9 heures. Épreuves à 9 heures.	−	−	−	+	+	+ + +
— 2		−	−	−	+	+	+ + +
— 3 (inoculée)		+	+ +	+ +	+ + +	+ + +	+ + +
— 4		+	−	−	−	+ +	+ +
— 5		−	−	−	ε	+ +	+ +
— 6		−	−	−	+ +	+ + +	+ +
— 7		−	−	−	+ +	+ +	+ + +
— 8		−	−	+	Absente	+ + +	Absente
Sommet (bourgeon terminal)		−	+ +	+ +	+ + +	+ +	+ + +
Racine		−	+	+	+ +	+ +	+ + +
Tige : partie inférieure		−	+	+	+	+ +	+ +
— — centrale		−	+	+	+ +	+ +	+ +
— — supérieure		−	+	+	+ +	+ +	+ +

		SÉRUM ANTI X.					
RÉGIONS DE LA PLANTE.		30-3-48.	31-3-48.	1-4-48.	2-4-48.	3-4-48.	5-4-48.
		Pied 1.	Pied 2.	Pied 3.	Pied 4.	Pied 5.	Pied 6.
Feuille n° 1	Inoculation le 27 mars à 9 heures. Épreuves à 9 heures.	−	−	−	−	−	+
— 2		−	−	−	−	−	+
— 3 (inoculée)		+	+	+	+ + +	+ + +	+ + +
— 4		−	−	−	−	−	+
— 5		−	−	−	−	+	+ +
— 6		−	−	−	+	+	+ +
— 7		−	−	−	+	−	+ + −
— 8		−	−	−	Absente	+	Absente
Sommet (bourgeon terminal)		−	−	+	+ +	+ +	+ + +
Racine		−	−	−	+	+	+ + +
Tige : partie inférieure		−	−	+	+	+	+ +
— — centrale		−	−	+	+	+	+ +
— — supérieure		−	−	+	+	+	+ +

Les feuilles sont comptées en remontant vers le sommet à partir de la feuille la plus basse portant le numéro 1.

Les symptômes de la maladie sur les jeunes feuilles du sommet (pieds 7-12) apparurent le 10 avril 1948, soit cinq jours après la généralisation de l'infection.

5. *Essais portant sur l'influence de la concentration en inoculum.*

Il s'agissait de voir si la concentration de l'inoculum en principe infectieux avait une action sur la vitesse d'expansion du virus. Des essais eurent lieu avec 10 pieds (1-10) de

Fig. IV.
Schéma montrant la propagation (en noir) du virus de la Mosaïque du Tabac sur de jeunes plants de Tomate de la variété *Maréchal Joffre*.
En haut, plantes témoins; en bas, plantes ayant subi une section en demi-cercle. Culture en serre.

Tomate « Maréchal Joffre », inoculés le 10 avril 1948 à 9 heures, avec le virus de la Mosaïque du Tabac, d'une part, et avec 10 pieds (A-J) de Tomate « Maréchal Joffre », inoculés la même journée avec le même virus, jus extrait du Tabac, purifié et concentré six fois, d'autre part. Des épreuves sérologiques faites du 12 au 17 avril sur les pieds 1-6 et A-F n'ont mis en évidence aucune différence de vitesse d'expansion, en fonction de la concentration en virus.

L'apparition des symptômes de virus de la Mosaïque du Tabac sur les Tomates 7 à 10 et G à J, eut lieu le 24 avril sur les feuilles du sommet, soit une semaine après la généralisation de l'infection.

6. *Essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac, après interruption des tubes criblés (liber interne et liber externe).*

Les premiers essais eurent pour objet l'étude de la vitesse et du sens de l'expansion du virus dans la plante hôte. Ceux dont nous abordons maintenant l'étude ont eu pour objet de déterminer la voie empruntée par le virus au cours de ses déplacements. Nous avons inoculé le 2 septembre 1947 à 16 heures, d'une part 5 pieds (1-5) de Tomate, variété « Maréchal Joffre », avec le virus de la Mosaïque du Tabac (jus extrait de Tabac), servant de témoins, et d'autre part 15 pieds (A-O) de Tomate de la même variété, avec le même virus (jus extrait de Tabac) et ayant subi préalablement une section en demi-cercle au-dessus de la feuille à inoculer, ainsi que l'indique la figure III. De cette façon les tubes criblés étaient interrompus.

Des épreuves faites sur la feuille inoculée, la racine, le sommet (bourgeon terminal) et la partie de la tige, située au-dessous de la feuille inoculée, à partir du 5 septembre, à 10 heures, ont donné les résultats indiqués dans le tableau V *a-b*.

TABLEAU V *a*

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac, après interruption des tubes criblés (plantes témoins).

RÉGIONS DE LA PLANTE.		SÉRUM ANTI M. T. — PIEDS NON TRAITÉS.			
		5-9-47.	8-9-47.	9-9-47.	10-9-47.
		Pied 1.	Pied 2.	Pied 3.	Pied 4.
Feuille n° 3 (inoculée)	Inoculation le 2 sept. à 16 h. Épreuves à 16 h.	+	+ +	+ +	+ + +
Sommet (bourgeon terminal)		−	+	+	+ +
Racine		−	+	+	+
Tige, partie inférieure située au-dessous de la feuille inoculée		−	+	+	+

TABLEAU V *b*

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac après interruption des tubes criblés (plantes ayant subi une section en demi-cercle).

RÉGIONS DE LA PLANTE.		SÉRUM ANTI M. T. — PIEDS TRAITÉS.				
		5-9-47.	8-9-47.	9-9-47.	10-9-47.	11-9-47.
		Pied A.	Pied B.	Pied C.	Pied D.	Pied E.
Feuille n° 3 (inoculée)	Inoculation le 2 sept. à 16 h. Épreuves à 10 h.	+	+ +	+ +	+ + +	+ + +
Sommet (bourgeon terminal)		−	−	−	+	+ +
Racine		−	+	+	+	+ +
Tige, partie inférieure située au-dessous de la feuille inoculée		+	+	+	+	+

FIG. V.

Schéma montrant la propagation (en noir) du virus de la Mosaïque du Tabac sur de jeunes plants de Tomate de la variété *Maréchal Joffre*. En haut, plantes témoins; en bas, plantes ayant subi une décortication annulaire. Culture en serre.

D'après ces résultats il apparaît que l'expansion du virus vers le sommet de la plante est moins rapide sur les pieds traités que sur les pieds non traités. Un retard de deux jours a été remarqué.

L'apparition des symptômes de la Mosaïque du Tabac eut lieu sur le pied 5, non traité, le 14 septembre, sur les pieds F-O entre le 16 et 17 septembre.

* * *

La figure IV indique l'expansion du virus de la Mosaïque du Tabac sur les plantes témoins, d'une part, et sur les plantes soumises à une section en demi-cercle d'autre part.

7. *Essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac, après interruption du liber externe seul.*

Une série d'essais a été entreprise sur 10 pieds (1-10) de Tomate de la variété « Maréchal Joffre » et 15 pieds (A-O) de Tomate de la même variété, ayant subi une décortication annulaire [1] atteignant le bois au-dessus de la feuille à inoculer, de façon à ce que le liber externe soit interrompu ; ces pieds furent inoculés le 13 juillet 1948 à 9 heures, avec le virus de la Mosaïque du Tabac (jus extrait de Tabac).

Les résultats analytiques du Tableau VI *a-b* fournissent une comparaison entre des pieds non traités et des pieds où seul le liber externe est interrompu.

TABLEAU VI *a*

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac, après interruption du liber externe seul (plantes témoins).

RÉGIONS DE LA PLANTE.	Inoculation le 13 juillet à 9 heures. Épreuves à 9 heures.	SÉRUM ANTI M. T. — PIEDS NON TRAITÉS. 15-7-48. Pied 1.	16-7-48. Pied 2.	17-7-48. Pied 3.	19-7-48. Pied 4.	20-7-48. Pied 5.	21-7-48. Pied 6.
Feuille n° 1		−	−	−	−	−	+
— 2		−	−	−	−	−	+
— 3 (inoculée)		+	+	+ +	+ +	+ + +	+ + +
— 4		−	−	−	−	−	−
— 5		−	−	−	−	+ +	+ +
— 6		−	−	−	+	+ +	+ +
— 7		−	−	−	+	+ +	+ + +
Sommet (bourgeon terminal)		−	−	+	+ +	+ + +	+ + +
Racine		−	+	+	+	+ +	+ +
Tige : partie inférieure		−	−	+	+	+	+ +
— — centrale		−	−	+	+	+	+ +
— — supérieure		−	−	+	+	+	+ +

[1] Pour les détails de la décortication, se rapporter à R. COMBES (7).

Tableau VI *b*

donnant les résultats des épreuves d'essais avec le virus de la Mosaïque du Tabac, après interruption du liber externe seul (plantes ayant subi une décortication annulaire).

RÉGIONS DE LA PLANTE.		SÉRUM ANTI M. T. — PIEDS TRAITÉS.										
		15-7-48.	16-7-48.	17-7-48.	19-7-48.	20-7-48.	21-7-48.	22-7-48.	23 7-48.	24-7-48.	27-7-48.	29-7-48.	2-8-48.
		Pied A.	Pied B.	Pied C.	Pied D.	Pied E.	Pied F.	Pied G.	Pied H.	Pied I.	Pied J.	Pied K.	Pied L.
Feuille n° 1	Inoculation le 13 juillet à 9 heures. Épreuves à 9 heures.	−	−	−	−	−	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
— 2		−	−	−	−	−	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
— 3 (inoculée)		+	+	+ +	+ +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
— 4		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
— 5		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
— 6		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
— 7		−	−	−	Absente	−	−	−	−	−	−	−	−
Sommet (bourgeon terminal)		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Racine		−	−	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Tige : partie inférieure		−	−	+	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
— — centrale		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
— — supérieure		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

Les feuilles sont comptées en remontant vers le sommet à partir de la feuille la plus basse portant le numéro 1.

Nous remarquons que les réactions sur le pied F, pied traité, étaient beaucoup plus fortes que sur le pied 6, pied non traité.

L'apparition des symptômes de la Mosaïque du Tabac eut lieu sur les pieds 7-10, non traités, le 27-28 juillet, soit une semaine après la généralisation de l'infection, tandis que sur les pieds M-O, jusqu'au 10 août 1948 aucun symptôme ne s'est manifesté.

*
* *

La figure V indique l'expansion du virus de la Mosaïque du Tabac sur les plantes témoins, d'une part, et sur les plantes ayant subi une décortication annulaire d'autre part.

Conclusions.

De ces expériences nous tirons les conclusions suivantes :

1° Les résultats déjà obtenus par Holmes (10), Samuel (20) et Kunkel (13) se vérifient. Il faut au moins trois jours à partir du jour d'inoculation pour que le mouvement du virus se manifeste hors de la feuille inoculée. Ce temps est d'ailleurs variable selon le virus expérimenté;

2° Le mouvement du virus, une fois commencé, est rapide. En ce qui concerne des jeunes plants de Tomates, un délai de sept à dix jours est nécessaire pour la généralisation de la maladie. Ce délai dépend de l'espèce du virus. Le virus de la Mosaïque du Tabac se généralise plus vite que le virus X de la Pomme de terre, lorsque la comparaison est faite sur des plantes de même variété au même stade de végétation et dans des conditions de milieu identiques. Cette différence se maintient lorsque les deux virus infectent simultanément une même plante, l'action synergique est donc indépendante de toute liaison des deux virus. La concentration du virus employé pour l'inoculation ne semble jouer aucun rôle dans les limites expérimentées;

3° Les résultats obtenus par Caldwell (6) et Samuel (20) en ce qui concerne la direction de l'expansion du virus à partir de la feuille inoculée sont contradictoires. Le premier a trouvé que le virus de la Mosaïque du Tabac se meut à partir de la feuille inoculée du Tabac vers le sommet de la plante; par contre, le deuxième estime que le même virus se meut habituellement vers la racine, à partir de la feuille inoculée du Tabac ou de la Tomate. Ni l'une, ni l'autre de ces deux opinions n'est confirmée. Nos essais semblent montrer que les deux mouvements paraissent simultanés, le sommet et la racine étant atteints indépendamment et à peu près en même temps. Il est probable encore que la position de la feuille inoculée joue un certain rôle;

4° Nos observations montrent que le sectionnement de tous les éléments du liber ne fait que ralentir le mouvement du virus, lorsque la continuité du parenchyme est ménagée (expérience 6); ceci montre que ce tissu permet la propagation du virus et il nous paraît difficile d'apprécier rigoureusement l'importance de son rôle relativement à celui du liber[1].

L'expérience 7 montre que le rôle du liber interne et des autres éléments du cylindre

[1] Un protocole expérimental adéquat serait réalisable pour l'étude de ce problème. L'expiration de notre stage ne nous a malheureusement pas permis de pousser le problème plus à fond.

central dans la propagation rapide du virus est négligeable. La décortication annulaire arrête totalement le virus et celui-ci n'apparaît pas au sommet de la plante. Des expériences beaucoup plus prolongées montreraient si, à la longue, ils ne permettraient cependant pas un passage. Pratiquement néanmoins l'expansion se fait uniquement par les éléments extérieurs au bois.

Travail exécuté
à la Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles.

(*Reçu le 12 novembre 1948.*)

BIBLIOGRAPHIE.

1. Bawden (F. C.). - Plant Viruses and Virus Diseases. Chapter XIII, p. 240-247, sec. ed., Waltham, Mass., U. S. A., 1943.

2. Bennett (C. W.). — Relation of food translocation to movement of virus of Tobacco Mosaic. *Journ. Agr. Res.*, LX, n° 6, p. 361-390, 1940.

3. Böning (K.). — Beitrage zum Studium der Infektionsvorgänge pflanzlicher Viruskrankheiten. I. Mitteilung. *Zeitschr. fur Parasitenkunde*, I, n° 1, p. 198-230, 1928.

4. Caldwell (J.). — The Physiology of virus diseases in plants. I. The movement of Mosaic in the Tomato plant. *Ann. Appl. Biol.*, XVII, n° 3, p. 429-443, 1930.

5. Caldwell (J.). — The Physiology of virus diseases in plants. II. Further studies on the movement of Mosaic in the Tomato Plant. *Ann. Appl. Biol.*, XVIII, n° 3, p. 279-298, 1931.

6. Caldwell (J.). — The Physiology of virus diseases in plants.V. The movement of the virus agent in Tobacco and Tomato. *Ann. Appl. Biol.*, XXI, n° 2, p. 191-205, 1934.

7. Combes (R.). — La Physiologie végétale. Chap. I, p. 7-82, Paris, 1948.

8. Cook (M. T.). — Viruses and Virus diseases of plants. Chapter III, p. 27-33, Minneapolis, Minn., U. S. A., 1947.

9. Forbes (I. L.) and Mills (P. J.). — Movement of Mosaic virus through Sugar-Cane seed pieces. *Phytoph.*, XXXV, n° 9, p. 705-713, 1945.

10. Holmes (F. O.). — Movement of Mosaic virus from primary lesions in Nicotiana tabacum *L. Boyce Thomp. Contrib.*, IV, n° 3, p. 297-322, 1932.

11. Jermoljev (E.) und Hruska (L.). - Serologische Methode zur Feststellung der Kartoffelviruskrankheiten. *Der Kartoffelbau*, 23e année, n° 11, p. 125, 1939.

12. Köhler (E.). - Vergleichende Untersuchungen über die Ausbreitungsgeschwindigkeitverschiedener Stämme des X-Mosaik-Virus in der Tabakpflanze. *Z. Pflkrankh.*, XLVIII, n° 3, p. 118-128, 1938.

13. Kunkel (L. O.). — Movement of Tobacco Mosaic virus in Tomato plants. *Phytoph.*, XXIX, n° 8, p. 684-700, 1939.

14. Limasset (P.) et Cairaschi (E. A.). — Les maladies à virus des plantes. Chap. III, p. 35-37, Paris, 1941.

15. Limasset (P.). - Sur quelques Mosaïques chroniques de la Pomme de terre. *Ann. Epiphy.*, XI, n°s 1-2, p. 57-70, 1945.

16. Limasset (P.). - La méthode index-sérologique. Quels services peut en attendre le Sélectionneur de Pommes de terre. *La Pomme de terre française*, 10e année, n° 91, p. 6-11, 1947.

17. Limasset (P.) et Mlle Augier de Montgremier (H.). — La microméthode sérologique pour l'étude des viroses végétales. *Ann. Epiphy.*, XIII, nos 3-4, p. 173-185, 1947.

18. Limasset (P.) et Mlle Augier de Montgremier (H.). — Sur une méthode de dosage des virus des plantes. *Comptes-rendus des séances de l'Ac. des Sc.*, t. 225, n° 23, p. 1176-1177, 1947.

19. Roland (G.). — Sur une microméthode sérologique pour l'étude des viroses végétales. *Parasitica*, I, n° 3, p. 106-112, 1945.

20. Samuel (G.). — The movement of Tobacco Mosaic virus within the plant. *Ann. Appl. Biol.*, XXI n° 1, p. 90-111, 1934.

21. Stapp (C.). — Die Serologische Virusdiagnose und ihre Bedeutung tür den Kartoffelbau. *Mitt. Biolog. Reich. für Land -und Forstwirt*, H. 67, p. 6-30, 1943.

22. Stapp (C.) und Marcus (O.). — Serologische Untersuchungen am Tabak über Ausbreitung und Verteilung der 3 Kartoffelviren X, Y und A. *Zbt. Bakt.*, Abt. 2, CV, 20-22, p. 369-405, 1943. Résumé : *Rev. Appl. Myc.*, XXV, n° 8, p. 322, 1946.

23. Valleau (W. D.) and Diachun (St.). — Virus Distribution in Mosaic-Resistant Tobacco and its relation to pattern development in susceptible varieties. *Journ. Agr. Res.*, LXII, n° 4, p. 241-248, 1941.

24. Valleau (W. D.) and Diachun (St.). — Virus distribution in the leaves of Mosaic-susceptible Tobacco plants inoculated at topping time. *Journ. Agr. Res.*, LXII, n° 4, p. 249-254, 1941.

DOCUMENTATION.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

MACROU (J.) et PRÉVOT (A. R.). — **Étude taxonomique des Bactéries phytopathogènes.** *C. R. Ac. Sc.*, t. 226, p. 1229-1230, 1948.

Le g. *Phytomonas* vient d'être invalidé par le nouveau code international de nomenclature bactérienne, ce nom de genre ayant été défini en 1909 pour désigner un flagellé. Il groupait de plus des Bactéries très disparates.

Les auteurs envisagent surtout ici la nomenclature des Bactéries ex-*Phytomonas*. Celles-ci appartiennent au moins à trois genres autonomes :

a. Les espèces colorées en jaune au g. *Xanthomonas;*

b. Les espèces à pigment hydrosoluble au g. *Pseudomonas;*

c. Les espèces incolores au g. *Phytobacterium :* bâtonnets non sporulés pourvus d'un cil polaire unique et de plusieurs cils polaires, Gram, négatifs, formant des colonies blanches, espèce type : *Phytobacterium Fabae*.

Le g. *Phytobacterium* se range dans la famille des *Pseudomonadacae* dont le g. type est *Pseudommas* qui s'enrichit de 72 espèces à pigment hydrosoluble libérées par la suppression du g. *Phytomonas*.

Les autres genres de Bactéries phytopathogènes reconnus par les auteurs sont les g. *Agrobacterium, Xanthomonas, Erwinia* et *Aplanobacter*. Ce dernier genre groupe les espèces immobiles, asporulées, Gram-négative. Le type est *A. Stewarti*. Le genre comprend, en outre, six espèces.

Cette taxonomie met en évidence le caractère Gram négatif absolu de toute la famille des *Pseudomonadacae* à laquelle on a rattaché à tort des espèces Gram positives.

P. L.

COCHRAN (G. W.). — **Utilisation de la fécule de Pomme de terre pour la purification des virus.** (The use of potato starch in virus purification.). *Phytopatho.*, vol. 38, n° 1, p. 6.

Purification du virus de la Mosaïque du Tabac par passage sur une colonne de fécule. Le virus est préalablement concentré par le sulfate d'ammonium ou précipitation au point isoélectrique. Le passage d'une solution de phosphate tampon à pH7 ; 0.1M, à travers la fécule entraîne le virus vers le bas de la colonne où on peut le recueillir à l'état purifié et concentré. Une méthode plus rapide utilisant des colonnes très courtes a été mise en œuvre pour fractionner les constituants des jus précipitables au sulfate d'ammonium. La concentration en $SO^4(NH^4)^2$ juste en dessous du seuil de précipitation du virus était déterminée. Le mélange de virus-protéine était ajusté à cette concentration et passé à travers un mince filtre de fécule. La concentration en sel était alors amenée à un point légèrement supérieur au seuil de précipitation et le mélange protéine-virus passait à travers un deuxième filtre mince en fécule. Le virus se maintenait

au sommet de celui-ci et était lavé avec une solution tampon pour être obtenu ensuite à l'état pur.

P. L.

Branas (J.). — **La dégénérescence infectieuse de la Vigne est une maladie à virus.** *C. R. Ac. Agric.*, XXXIV, p. 301-302, 1948.

L'auteur a repéré, en 1944, deux souches de *Ruprestris* du Lot, l'une (souche D) fortement dégénérée, l'autre (souche S) d'aspect sain (mais présentant néanmoins une légère déformation foliaire).

Diverses combinaisons de greffage ont été effectuées, mettant nettement en évidence la transmission de la maladie du sujet au greffon et du greffon au sujet.

Ces résultats paraissent bien indiquer que la dégénérescence de la Vigne est de nature infectieuse et provoquée par un ou des virus.

P. L.

Bawden (F. C.), Kassanis (B) et Roberts (F. M.). — **Étude de l'importance du virus X et de la lutte contre ce dernier.** (Studies on the importance and control of Potato virus X.) *Ann. appl. Biol.*, XXXV, 2, p. 250-265.

Les auteurs estiment qu'étant donné l'efficacité actuelle de la lutte contre les virus transmis par les Pucerons, les pertes de récolte les plus importantes seraient dues aujourd'hui, en Angleterre, au virus X. Certaines variétés commerciales sont infectées à 100 p. 100.

La technique de détection du virus X par inoculation de plantes sensibles et par la méthode sérologique est décrite. Dans une semence certifiée, l'importance de la récolte dépend plus de la présence du virus X et de la souche de ce virus qui est présente que des 0,1 p. 100 ou 3 p. 100 de pieds enroulés ou infectés par le virus Y.

La transmission du virus X par contact est bien démontrée. Aucune observation ne vient à l'appui d'une possibilité de transmission sans contact. L'expansion du virus est très lente. L'introduction, de l'extérieur, se ferait surtout grâce à des repousses malades. Les auteurs estiment que la transmission par sectionnement des tubercules est rare. Ils n'ont obtenu celle-ci que dans le cas où la section passait exactement par un germe. Un essai a montré que la transmission pouvait se faire par contact de tubercules sains et malades germés.

L'infection importante de variétés récentes est attribuée à une contamination très précoce de celles-ci. Les auteurs estiment que les familles indemnes doivent se maintenir très longtemps si on les isole. Les épreuves d'inoculation et épreuves sérologiques doivent compléter l'examen visuel pour la surveillance de l'état sanitaire. On peut opérer en mélangeant le jus de dix plantes. Dix épreuves sur une famille doivent suffire pour détecter le virus avant qu'il ne soit assez répandu pour avoir un effet économique.

P. L.

Van der Planck (J. E.). — I. **Relations entre les dimensions de la plante et l'expansion des maladies généralisées. II. Les maladies à virus de la Pomme de terre transmises par des Pucerons.** (I. The relation between the size of plant and the spread of systemic diseases. II. The Aphis borne Potato virus diseases.) *Ann. appl.*, Biol. XXXV, 1, p. 45-52, 1948.

L'auteur attache une grande importance à la faible dimension des fanes pour le maintien d'un bon état sanitaire chez la Pomme de terre. Selon lui, la distribution des Pucerons dans un champ, mesurée en nombre de Pucerons sur 100 feuilles, est à peu près invariable. Les plantes les plus grandes ont donc plus de chances d'être contaminées. L'influence favorable de la culture en jours courts réalisée au printemps et en automne dans certaines régions de l'Afrique du Sud est expliquée par la réduction des fanes.

Les virus se seraient développés en Europe en raison de la culture en jours longs et de l'abondance des fumures, alors qu'ils se développaient peu dans les Andes, pays à culture primitive, où le fumier est rare et les jours courts. Les basses températures sont, elles aussi, favorables au maintien d'un bon état sanitaire.

En sol pauvre, le virus se répand beaucoup moins. Il y a une action sur le développement des fanes et peut-être aussi un effet spécifique indépendant. L'azote et le phosphore auraient un effet spécifique sur la sensibilité à l'enroulement.

Ce mémoire apporte des idées très intéressantes, mais on peut se demander s'il n'exagère pas l'importance de certains facteurs.

P. L.

SYLVESTER (E. S.). — **La « yellow net disease », maladie des Betteraves à sucre.** (The yellow net disease of sugar-beets.) *Phytopatho.*, XXXVIII, 6, p. 429-439, 1948.

Description d'une nouvelle maladie de la Betterave. Le symptôme essentiel est un éclaircissement accentué des nervures. La transmission se fait par le *Myzus persicae*. Elle n'a pu être réalisée par friction. Elle paraît différente de la maladie décrite par BENNETT sous le nom de « Sugar beet yellow vein ».

La maladie n'a été notée qu'au Nord de la Californie.

Le virus est persistant, l'insecte vecteur restant normalement infectieux toute sa vie. L'infection simultanée par le « yellow net » et la Mosaïque est possible, de même avec le « curly-top ».

Toutes les variétés de Betteraves éprouvées (sucrières et potagères) se sont montrées sensibles.

P. L.

NORRIS (D. O.). — **Les souches et la variabilité des symptômes chez le virus du « spotted wilt » de la Tomate.** (The strain complex and symptom variability of Tomato spotted wilt virus). *Council for scientific and indust. research*, Melbourne, 1946, bull. n° 202, 1946.

Le virus du spotted wilt comprendrait au moins cinq races de virulence variable existant en complexe sur la Tomate, allant de la nécrose terminale à une Mosaïque à peine perceptible. Les symptômes sur douze plantes hôtes sont indiqués. Les contradictions existant entre les descriptions publiées relativement aux symptômes du spotted wilt tiennent soit à l'élimination de certaines souches du complexe, soit au renforcement de l'expression de certaines par certains hôtes. La Tomate est un excellent matériel pour la multiplication des souches graves et l'auteur suppose que l'apparition soudaine de la maladie du « spotted wilt » a été due au passage sur la Tomate d'un virus existant primitivement sous une forme atténuée.

La température d'inactivation est plus élevée que celle généralement admise de 42° et est probablement 52°.

Lycopersicon peruvianum présente une résistance qui avoisine l'immunité. *L. pimpinellifolium* présente une résistance élevée due au fait que l'infection générale est lente à se produire lorsque l'inoculation est réalisée par le Thrips (multiplication lente). L'inoculation avec une dose massive de virus produit une infection générale.

L. peruvianum serait le géniteur le plus intéressant; malheureusement son croisement avec *L. esculentum* est normalement impossible. P. G. SMITH a décrit une technique de culture d'embryons par laquelle cette hybride interspécifique a été obtenu.

La recherche de variétés tolérantes serait intéressante, chez la Tomate, qui n'est pas une plante se reproduisant par voie végétative.

La résistance au Thrips est également un facteur important de la résistance pratique des diverses variétés.

P. L.

SELMAN (I. W.). — **Résistance à la Mosaïque chez la Tomate en relation avec les conditions du sol.** (Resistance to Mosaïc infection in the Tomato in relation to soil conditions.) wilt in Tomato). *Phytopatho.*, XXXVIII, 6, p. 467-473, 1948.

Les auteurs estiment qu'une fumure excessive avec des engrais minéraux et l'excès d'humidité favorisent l'infection par le virus.

Il y aurait chez la Tomate un facteur de résistance à l'invasion par le virus de la Mosaïque du Tabac et cette résistance pourrait être accentuée en modifiant convenablement les facteurs en relation avec le sol et le climat.

P. L.

Holmes (F. O.). — **Résistance à la maladie bronzée de la Tomate.** (Resistance to spotted wilt in Tomato.) *Phytopatho.*, XXXVIII, 6, p. 467-473.

Une grave épidémie de maladie bronzée sur la Tomate, apparue dans le Sud du New-Jersey, est due à une ou plusieurs souches capables de surmonter la résistance de la variété *Pearl-Harbor* et ses dérivés en provenance des Hawaï. Un caractère de résistance héréditaire utilisable pour la lutte dans le New-Jersey a été trouvé sur deux variétés de Tomates sud-américaines, la variété *Rey de los Tempranos* et certaines lignées de la variété *Manzana*, toutes deux d'Argentine.

Ce nouveau type de résistance, expérimenté sur *Rey de los Tempranos* se comporte comme un facteur mendélien unique dans les croisements avec la variété sensible Rutger.

Les observations réalisées montrent que les introductions de nouvelles souches de maladie bronzée en provenance de régions lointaines ne sont pas sans danger. Pour les essais de variétés résistantes, l'auteur estime qu'il est dangereux de faire venir des souches en provenance d'un autre continent et qu'il est préférable d'envoyer, dans des régions variées les stocks de plantes à éprouver.

P. L.

Kuntz (J. E.) et Walker (J. C.). — **Inhibition de virus par des extraits d'Epinard.** (Virus inhibition by extracts of Spinach.) *Phytopatho.*, XXXVII, 8, p. 561-579, 3 graph., 1947.

Des extraits de feuilles d'Epinard et de Betterave inactivent le virus de la Mosaïque du Tabac et la souche « cabbage A » du virus de la « turnip mosaïc ». Des résultats analogues ont été obtenus en faisant agir le jus d'Epinard sur le virus X de la Pomme de terre et le virus de la Mosaïque de Concombre.

Après absorption par le charbon activé, l'extrait perd une grande partie de son action inactivante sur le virus de la Mosaïque du Tabac, mais non sur le virus de la « turnip mosaïc ». De même, le chauffage à 70° inhibe l'action sur le premier virus, mais non sur le second : même après un chauffage de 15 minutes à 125°, cette dernière subsiste. La substance antimosaïque de Tabac n'est pas dialysable, tandis que le principe inactivant la Mosaïque du Navet peut dialyser. Le principe inactivant le « turnip mosaïc virus » peut être séparé du principe inactivant le virus de la Mosaïque du Tabac en traitant le jus par l'alcool éthylique.

Le principe inactivant le « turnip mosaïc virus » est précipité par le chlorure de calcium.

P. L.

Mac Callan (S. E. A.). — **L'essai biologique des fongicides agricoles.** (Bioassay of agricutural fungicides.) *Agr. chemicals*, t. 2, n°s 9 et 10, 5 p., 1947.

De grands progrès ont été réalisés depuis dix ans dans le domaine des essais fongicides. De nombreux points : courbe dose-efficacité, distribution des populations, erreurs de technique, signification des différences, donnent lieu maintenant à des interprétations statistiques. Il y a intérêt à standardiser les techniques, telles que celle des germinations de spores sur lames.

Les relations complexes existant entre le champignon, la plante hôte et le produit chimique ont été examinées avec plus d'attention dans le cas des méthodes de serres (Tavelure et Rouille du pommier, Mildiou de la tomate, Charbons des céréales, fonte des semis de pois).

Les méthodes de laboratoire sont maintenant fidèles. Il convient de rechercher une plus grande concordance avec les techniques de plein air : c'est le principal progrès à réaliser actuellement.

M. Rau.

TRAITEMENTS CHIMIQUES.

KULASH (W. M.). — **L'H. C. H., le D. D. T. et le « Chlordane » contre le Doryphore.** (Benzene hexachloride, D. D. T. and chlordane for potato beetle control.) *J. econ. entom.*, 40, 640-643, 1947.

Le D. D. T. a donné de bons résultats contre les larves de Doryphore, soit en poudres de 1 à 3 p. 100, soit sous forme d'émulsion miscible à l'eau, employée à raison de 30 grammes de matière active par hectolitre. Une concentration double n'est pas plus efficace, mais est plus persistante. L'addition au D. D. T. de roténone, de « chlordane », et de pentasulfure de polyéthylène employé comme adjuvant n'a pas présenté d'augmentation significative d'activité.

Le « chlordane » employé seul n'est pas supérieur au D. D. T. L'H. C. H. est actif, soit en poudre mouillable, contenant 5 p. 100 d'isomère γ, soit en émulsion miscible à l'eau; il n'est pas aussi persistant que le D. D. T. Un concentré de pyrèthre additionné de pipéronyl-cyclohexanone n'a présenté qu'une faible activité. Un produit à base de D. D. T. ortho-para a donné de mauvais résultats.

M. RAU.

WEINMAN (C. J.) et DECKER (G. C.). — **Analyse de certains facteurs relatifs à la lutte contre les Criquets par des hydrocarbures chlorés.** (An analysis of certain factors relating to control of grasshoppers with some chlorinated hydrocarbone insecticides.) *J. econ. entom.*, 40, 84-90, 1947.

Le D. D. T., l'H. C. H., le « chlordane » et le « toxaphène » ont été expérimentés sur le Criquet *Melanoplus femur-rubrum*. Ces quatre insecticides agissent à la fois par ingestion et par contact, mais l'action de contact domine chez l'H. C. H. et l'action d'ingestion chez les autres. Aucun d'eux n'a de pouvoir répulsif soit gustatif, soit tactile. La persistance d'action est maximum pour le « chlordane », minimum pour l'H. C. H.

Comme insecticide de contact contre le Criquet, l'H. C. H. à 37 p. 100 d'isomère γ est 1,75 fois aussi actif que le « chlordane », 62 fois autant que le « toxaphène » et 136 fois autant que le D. D. T. Comme insecticide d'ingestion, le « chlordane » est 2,5 fois aussi toxique que l'H. C. H. à 37 p. 100 de γ, 7 fois autant que le « toxaphène » et 18 fois autant que le D. D. T.

M. RAU.

PEPPER (B. P.), WILSON (C. A.) et CAMPBELL (J. C.). — **L'H. C. H. et autres composés contre les Taupins attaquant les pommes de terre.** (Benzene hexachloride and other compounds for control of wireworms infesting potatoes.) *J. econ. entom.*, 40, 727-730, 1947.

L'emploi de l'H. C. H. contre les Taupins, dans les cultures de pommes de terre, a donné des résultats importants. Les doses efficaces sont, en novembre, de 1,6 kilogramme d'isomère γ par hectare; au printemps de 2 kilogrammes d'isomère γ. Aucune action phytocide n'a été observée, si ce n'est un léger retard à la germination pour les pommes de terre qui ont reçu 10 kilogrammes d'isomère γ à l'hectare. Le D. D. T. technique a donné des résultats encourageants, à la dose de 25 kilogrammes à l'hectare.

M. RAU.

HAMILTON (C. C.). — **Les poudres à l'azobenzène contre les Araignées rouges qui attaquent certaines plantes de serre.** (Azobenzene dusts to control red spiders on some greenhouse plants.) *J. econ. entom.*, 40, 733-735, 1947.

Des poudres micronisées, contenant de 25 à 70 p. 100 d'azobenzène, ont été utilisées en serre contre plusieurs espèces de Tétranyques, et contre l'Acarien *Hemitarsonemus latus*. Ces traitements se justifient, lorsqu'on ne peut employer les fumigations et qu'il ne s'agit de traiter

qu'une certaine partie des plantes. Ces essais ont montré que les poudres de 25 p. 100 sont généralement efficaces, mais qu'il vaut mieux employer dans la pratique des poudres à 50 p. 100. Les poudres riches laissent moins de résidus inertes. Le poudrage à l'azobenzène est moins nocif pour les plantes que la fumigation.

M. Rau.

PHYTOPHARMACIE.

Weaver (W. E.) et Whaley (W. M.). — **Les fongicides organiques. I. La préparation de quelques α-bromacétamides.** (Organic fungicides. I. The preparation of some α-bromoacetamides.) *J. am. chem. soc.*, 69, 515-516, 1947.

Vingt-trois α-bromacétamides, dont 20 sont des composés nouveaux, ont été préparées par le Naval Research Laboratory, de Washington, en vue de l'étude de leur pouvoir fongicide. Une méthode générale est indiquée pour la préparation des amides à partir des halures en présence de bichlorure d'éthylène.

M. Rau.

Frear (D. E. H.) et Seiferle (E. J.). — **Structure chimique et action insecticide.** (Chemical structure and insecticidal efficiency.) *J. econ. entom.*, 40, p. 736-741, 1947.

Les AA. ont rassemblé les résultats donnés par 6.155 composés chimiques soumis à des tests insecticides. Les groupes chimiques existants dans ces produits ont été étudiés dans leurs rapports avec la toxicité envers les insectes. Certains de ces groupes sont régulièrement associés à une toxicité élevée. Dans les 6.155 produits, on a relevé 23.554 groupes chimiques, dont le classement a été fait. On a considéré comme actifs, les composés donnant au moins 10 p. 100 de mortalité dans les tests insecticides. Pour chaque composé, on a compté le nombre d'essais positifs et le nombre d'essais négatifs. Ces nombres ont été portés au compte de chaque groupe chimique existant dans le produit.

Cette étude statistique montre que cinq groupes ont 100 p. 100 d'essais positifs; vingt et un groupes en ont de 90 à 100 p. 100. Les groupes toujours actifs sont: le cycle en C^3, le cycle en C^2S, les cycles en C^5 et C^6 combinés, la chaîne en C^{13}, le groupe dinitrile $(—CN)^2$. Voici d'autres groupes qui, sur un grand nombre d'essais, ont donné un pourcentage de résultats favorable voisin de 100 : monothiocyanate, polythiocyanate, groupes Cl^2 à Cl^5, éthers. Parmi les groupes chimiques les moins actifs dominent les azotés : azo, amide non substituée, semicarbazone, diamine, urée, cycle C^3N^2.

Les métaux les plus actifs sont : le Se, le Zr, le Ti, l'As; le Pb et le Cu le sont beaucoup moins; le Co l'est très peu, Les groupes minéraux les plus actifs sont : $=SiF^6$, BF^4, $=AsO^3$, $=AsO^2$, $=AsO^4$. Le groupe CO^3 est le moins actif. Dans les composés organométalliques, les métaux les plus toxiques sont le Pb, le Sn, le P, le Sb. Parmi les métalloïdes, les maximums d'efficacité correspondent : pour le chlore à Cl^6, pour le brome à Br^3, pour l'iode à I. Lorsque de nombreuses fonctions chimiques existent dans une molécule organique, l'activité augmente d'abord avec le nombre de molécules, puis diminue ensuite.

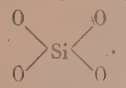
M. Rau.

Watkins (T. C.) et Norton (L. B.). — **Classification des diluants et charges des poudres insecticides.** (A classification of insecticide dusts diluents and carriers.) *J. econ. entom.*, 40, p. 211-214, 1947.

Cette classification des diluants des poudres insecticides doit servir de base à un travail ultérieur plus développé. Les deux principaux groupes sont les farines végétales et les composés minéraux, naturels ou synthétiques. La grande majorité des diluants couramment utilisés appartient au second groupe.

A. *Farines végétales :* Farines de soja, de tabac, de coques de noix, de blé, de bois;

B. *Poudres minérales.* — Les AA. distinguent sept groupes chimiques : 1. Élément chimique : soufre; 2. Oxydes : SiO^2 (tripolite, diatomite), CaO (chaux, chaux magnésienne); 3. Carbonates : calcite, dolomite; 4. Sulfate : gypse; 5. Silicates : mica, talc, pyrophyllite et de nombreuses argiles; 6. Phosphate : apatite; 7. Nature indéterminée : pierre ponce.

L'élément central des silicates est le groupement 

Les talcs sont des métasilicates de Mg hydratés : $4\,SiO^2.3\,MgO.H^2O$. Les pyrophyllites sont des silicates d'Al hydratés : $4\,SiO^2\,Al^2O^3.H^2O$; elles ressemblent chimiquement aux argiles, mais ont la constitution physique des talcs.

L'ensemble complexe des argiles est classé suivant la division de Grun : groupe des Montmorillonites, de formule. $Si^8O^{20}Al^4(OH)^4.xH^2O$: montmorillonite, saponite, nontronite, beidellite ; les bentonites (alcalines et alcalinoterreuses) appartiennent à ce groupe. Groupe des Kaolinites, $Si^4O^{10}Al^4(OH)^8$: kaolinite, nacrite, dickite, anauxite. Groupe des Attapulgites : attapulgite, sepiolite.

M. Rau.

Margulis (H.) et Gane (J.). — **Précisions sur la solubilité de l'anhydride arsénieux.** *Ann. agron.*, 17, 568-574, 1947.

Les indications bibliographiques sur la solubiblité de l'anhydride arsenieux sont très discordantes. Selon les auteurs, une partie d'As^2O^3 nécessiterait, pour se dissoudre, de 24 à 360 parties d'eau.

Les AA. ont établi que la mise en solution est très lente; à 20°, elle n'est totale qu'au bout de 51 jours. La solution saturée contient 1,73 g. d'As^2O^3 dans 100 cm^3 d'eau à 20°. Si l'on épuise l'anhydride arsénieux par l'eau, on reconnaît l'existence de deux constituants : le composé A passe dans l'eau par une réaction hydratation, le composé B par solubilité vraie. L'As^2O^3 déjà dissous paraît hâter la dissolution du produit solide; pour dissoudre le maximum d'As^2O^3 dans un temps donné, il faut le traiter par un minimum d'eau.

M. Rau.

Yun-Pei-Sun et Shepard (H. H.). — **Méthodes de calcul et formules corrigées pour les mortalités d'insectes.** (Methods of calculating and correcting the mortality of insects.) *J. econ. entom.*, 40, p. 710-715, 1947.

La formule d'Abbott est d'emploi courant pour évaluer la mortalité des insectes due aux traitements antiparasitaires. Elle tient compte de la mortalité naturelle des insectes pendant le cours de l'expérience, mais pas d'un accroissement éventuel de population. Pour les Pucerons, les Thrips et d'autres insectes qui se reproduisent continuellement, l'accroissement de population est une cause d'erreur plus grande que la mortalité naturelle.

Par des essais effectués sur le Puceron du Pois, on a vu qu'on peut établir une équation générale à partir des populations théoriques des plantes traitées, en tenant compte de leurs augmentation et de leurs diminutions naturelles. La formule est $\frac{Pt \pm Pck}{100 \pm Pck} \times 100$, où Pt = le pourcentage de mortalité apparente et Pck = le pourcentage de changement de population dans le témoin. Ce facteur est affecté du signe + ou — suivant que la population augmente ou diminue. La formule se ramène à celle d'Abbott quand la population du témoin diminue.

M. Rau.

Webb (J. E.). — **Appareil de pulvérisation et chambre d'essai pour l'étude de la persistance d'action des traitements insecticides.** (A spraying apparatus and testing chamber for investigating the residual action of insecticidal deposits.) *Bull. entom. res.*, 28, p. 209-232, 1947.

Une tour à pulvériser a été mise au point, afin d'obtenir des dépôts insecticides uniformes.

Ces dépôts sont évalués grâce à l'emploi de matières colorantes qui sont recueillies par lavage et observées à l'électrocolorimètre. Entre deux essais et deux dépôts obtenus au cours du même essai, la déviation standard varie de ± 0,8 p. 100 à ± 3 p. 100. Les facteurs étudiés dans le fonctionnement de la tour ont été les suivants : temps mis par le brouillard à se déposer, rapidité d'évaporation des gouttelettes liquides, action de la température sur l'importance des dépôts, dans le cas des pulvérisations aqueuses ou des solutions hydrocarburées, influence de la pression sur la vitesse de pulvérisation.

La tour permet de couvrir de façon uniforme des plaques de 20 centimètres de côté. La durée d'exposition des plaques, après la fin de la pulvérisation, a été fixée à cinq minutes. Lorsque le volume de liquide pulvérisé passe de 1 à 8 centimètres cubes, le poids du dépôt et la durée de la pulvérisation n'augmentent pas proportionnellement. Lorsqu'on opère avec des distillats de pétrole, de grandes précautions sont nécessaires pour obtenir des résultats précis. Avec des suspensions aqueuses, de légères variations dans les conditions de traitement présentent moins d'inconvénient.

M. Rau.

Newell (I. M.). — **Méthodes quantitatives applicables à l'étude des Tétranyques des vergers et de leur destruction.** (Quantitative methods in biological and control studies of orchard mites.) *J. econ. entom.*, 40, p. 683-689, 1947.

Détermination des densités de population. — On opère les numérations sur la moitié d'un arbre, sur 2 ou 5 arbres ou en prélevant respectivement 56, 100 ou 200 feuilles; les prélèvements sont effectués uniformément sur les arbres et les feuilles doivent être autant que possible de même dimension. On sépare les araignées rouges et leurs œufs des feuilles en trempant celles-ci dans la solution suivante : monoéthanolamine, 25 cm^3; acide oléique, 100 cm^3; eau, 2,5 litres. Les impuretés sont éliminées par un tamisage. Les Acariens restent en suspension dans le liquide, dont on prélève une partie aliquote en maintenant une agitation constante. Dans l'échantillon prélevé on compte les œufs et les Acariens (*Tetranychus pacificus*). Des indications sont données pour distinguer les œufs vivants des œufs morts, et pour reconnaître les différents stades de l'Araignée rouge. Deux personnes peuvent faire 15 numérations par jour.

Détermination de la mortalité en plein champ. — On compte séparément les œufs et les Acariens avant le traitement, puis quelques jours après. Il importe de connaître la durée d'incubation, qui est de 20 jours à 28° et de 110 jours à 11°; la durée du développement larvaire et nymphal est de 75 jours à 29° et de 345 jours à 13°5. Connaissant les températures au cours de l'essai, on évalue la durée d'incubation et on fait la seconde numération au bout de ce temps, de manière que tous les œufs existant au moment de la première numération aient eu le temps d'éclore. Les différents stades de l'Acarien sont groupés en 3 : larves + protonymphes, deutonymphes, adultes. Des calculs simples permettent de déterminer : 1° la réduction pour cent de la population totale; 2° la réduction pour cent des larves, nymphes et adultes existant à l'origine; 3° la réduction pour cent des œufs existant à l'origine. Tous ces chiffres sont rapportés à une feuille. Les chiffres obtenus correspondent à une « réduction de population » et non à une mortalité en raison du fait que les traitements font tomber des Acariens par simple lavage, sans les tuer. Mais la différence entre les mortalités et les réductions de population ne dépasse pas 10 p. 100, de sorte que les chiffres obtenus sont voisins des mortalités réelles.

M. Rau.

Fleck (E. E.). — **Rapport sur les méthodes d'analyse du D.D.T.** (Report on methods of analysis of D.D.T.) *J. assoc. off. agric. chem.*, p. 585-589, 1947.

A défaut de méthode de dosage directe, on dose, soit le chlore labile, soit le chlore total. Pour le chlore total, on peut utiliser le Carius, les méthodes de Willard et Thompson, de Umhoefer, de Winter modifiée. Cette dernière est considérée comme la meilleure. L'échantillon est volatilisé et brûlé dans une flamme de gaz d'éclairage. Les produits de combustion chlorés sont absorbés par une solution alcaline d'arsénite de Na. On titre l'ion Cl par la méthode de Volhard.

Le dosage du Cl labile est basé sur l'élimination de ce chlore par la potasse alcoolique, avec

formation de ClK. Il donne souvent des résultats trop forts, car du chlore appartenant à des impuretés du D.D.T. entre en réaction et l'attaque par la potasse ne s'arrête pas exactement après l'élimination d'un atome de Cl. Par contre, cette méthode a l'avantage de ne pas doser le dichlorodiphényl-dichloréthène, qui est l'impureté la plus abondante du D.D.T. technique.

L'auteur propose d'adopter provisoirement, comme méthodes officielles, le dosage du Cl total et le dosage de Cl labile, — de continuer à étudier l'influence des impuretés du D.D.T. sur la valeur des analyses, — et enfin de rechercher des méthodes plus sensibles pour le dosage du D.D.T.

M. Rau.

Turner (Nealy) et Saunders (D. H.). — **Test de synergie entre le D.D.T. et la nicotine-bentonite employés en poudrage.** (A test for synergic between D.D.T. and nicotine-bentonite in dusts.) *J. econ. entom.*, 40, 553-556, 1947.

La possibilité d'une synergie entre le D.D.T. et la nicotine fixée sur bentonite a été étudiée sur la Pyrale du maïs *Pyrausta nubilalis*. On a utilisé pour cette recherche les méthodes graphiques de Horsfall et de Wadley. Différents mélanges de D.D.T. technique, de poudre à 13,8 p. 100 de nicotine et de pyrophyllite ont été soumis aux essais. Il en est résulté que le mélange de trois parties de D.D.T. et une partie de nicotine est antagoniste, tandis que la proportion inverse présente une légère synergie.

M. Rau.

Woodruff (Nancy) et Turner (N.). — **Effet de la dimension des particules sur la toxicité des dilutions de D.D.T. en suspension aqueuse.** (The effect of particle size on the toxicity of D.D.T. diluents in water suspension.) *J. econ. entom.*, 40, 206-211, 1947.

Dans des essais de laboratoire, le D.D.T. en solution aqueuse est plus toxique sur la Mouche domestique lorsque ses particules sont plus petites. Les résultats sont les mêmes en plein champ sur les insectes de la pomme de terre : les mortalités d'insectes les plus élevées et les rendements les plus forts correspondent aux particules les plus petites. Puisqu'il existe un si haut degré de corrélation entre les essais de laboratoire et les essais de plein champ, les premiers peuvent être utilisés avec confiance pour déterminer de nombreux aspects de la toxicité des formules à base de D.D.T.

M. Rau.

George (J. I.) et Mitchell (R. T.). — **Effet du D.D.T. sur les jeunes oiseaux nourris d'insectes traités.** (The effect of feeding D.D.T. - treated insects to nestling bird.) *J. econ. entom.*, 40, 782.

Les applications de D.D.T. à la dose de 1 kg par ha dans les forêts de sapins du Maryland se sont montrées incapables de détruire les insectes. Les oiseaux se sont alimentés à la fois d'insectes traités et d'insectes sains; ils n'ont pas souffert d'intoxication par le D.D.T. En essai de laboratoire, les oiseaux nourris uniquement d'insectes traités subissent une perte de vigueur, d'où un état d'inanition. Ceci prouve leur sensibilité au D.D.T.

On peut admettre que les jeunes oiseaux au nid souffrent dans les grandes zones forestières traitées au D.D.T. à des doses permettant l'élimination des insectes. S'ils sont nourris d'insectes qui viennent de subir les pulvérisations, et qu'ensuite ils manquent d'aliment par suite de la disparition des insectes, ils peuvent succomber, soit par intoxication au D.D.T., soit par l'action combinée de l'intoxication et de la sous-alimentation.

M. Rau.

Cutkomp (Laurence K.). — **Décomposition thermique du D.D.T. dispersé dans l'eau.** (Thermal decomposition of D.D.T. dispersed in water.) *J. econ. entom.*, 40, 140-145, 1947.

Une suspension diluée de D.D.T. dans l'eau se décompose chimiquement, lorsqu'elle est chauffée à 90°, ou à l'ébullition, ou à l'autoclave. La nature des produits de décomposition

n'a pas été déterminée, mais ils paraissent différents quand on opère à l'autoclave que dans les autre cas. La simple aération de la suspension n'entraîne pas de modification chimique, mais le D.D.T. se concentre alors au fond et sur les parois du récipient.

M. Rau.

Gunther (F. A.). — **Décomposition thermique des mélanges de D.D.T. et d'H.C.H.** (Thermal decomposition of D.D.T. and benzene hexachloride mixtures.) *J. econ. entom.*, 40, 874-877, 1947.

Il est visible que l'H.C.H., sous toutes les formes étudiées, altère très fortement la stabilité du D.D.T., lorsque les deux composés sont mélangés et soumis à une élévation de température. Selon toute probabilité l'H.C.H. contient des traces minimes de fer et d'autres catalyseurs qui favorisent cette action. L'H.C.H. technique et ses quatre isomères sont tout à fait stables à 120°, même en présence de sels ferriques. Il n'en est pas de même pour le D.D.T.

M. Rau.

Riemschneider (R.). — **Sur les insecticides de contact. I : Insecticides de contact à base d'hydrocarbures halogénés.** (Zur Kenntnis der Kontakt-Insektizide. I. Kontakt-Insektizide auf Halogenkohlenwasserstoffbasis.) *Die Pharmazie* t. 1, 77-97, 1947.

Généralités sur les insecticides, en particulier sur le D.D.T. et l'H.C.H. Le D.D.T. fluoré est souvent plus actif que le D.D.T., tandis que le dichlorodiphényldichlorétane (D.D.D.) est inférieur au D.D.T. Dans le groupement $(ClC^6H^4)^2CHCCl^n$, l'action insecticide diminue avec la valeur de *n*.

M. Rau.

Walton (R. R.). — **Effets des hydrocarbures chlorés et de la cévadille sur les insectes et les plantes.** (Effets of chlorinated hydrocarbons and sabadilla on insects and plants.) *J. econ. entom.*, 40, 389-395, 1947.

Le D.D.T., l'H.C.H., le « chlordane » et la poudre de cévadille ont été essayés sur six espèces d'insectes et quatre types de plantes. Les trois produits de synthèse sont les plus actifs sur *Anasa tristis, Corythaca cydoniae* et *Diabrotica dodecimpunctata.* Le D.D.T., l'H.C.H. et la cévadille sont les plus actifs contre *Blissus leucopterus.* Aucun produit n'est efficace sur *Lexostega similalis.*

Le sorgho, la luzerne et les *Pyracantha* ne subissent pas de dégâts notables du fait des produits. Certaines variétés de concombre sont sérieusement retardées dans leur développement, lorsqu'elles ont été traitées à l'état jeune par le D.D.T. ou l'H.C.H.

M. Rau.

Haller (H. L.) et Bowen (C. V.). — **Faits essentiels au sujet de l'hexachlorocyclohexane.** (Basic facts about benzene hexachloride.) *Agr. chemicals*, 3 p., janvier 1947.

Cet article fait un historique rapide de la question de l'H.C.H. et expose les points suivants : sa nature chimique, les principes de sa fabrication, les brevets qui le concernent, son odeur, la question de son isomérie.

M. Rau.

Whitnall (A. B. M.) et Bradford (B.). — **Une Tique résistante à l'arsenic, traitée par des bains à l'H.C.H.** (An arsenic-resistant tick and its control with gammexane dips.) *Bull. entom. res.*, 38, 353-372, 1947.

La Tique *Boophibus decoloratus*, qui attaque les animaux dans la région londonienne, est difficile à combattre par les bains arsenicaux. Des essais de laboratoire ont eu pour objet de

rechercher des insecticides auxquels elle soit sensible. Dans le cas des arsenicaux, il semble que l'arsénite de soude agisse par contact (la dose d'emploi courante, dans les bains, est de 0,15 p. 100 d'As).

On a pu établir qu'il existe en Afrique du Sud une souche de *B. decoloratus* résistante à l'arsenic, par suite d'une sélection automatique due à l'emploi des bains. Cette souche est sensible à d'autres insecticides, en particulier à l'H.C.H. En traitement liquide, cet insecticide tue les femelles adultes à la concentration de 0,005 p. 100. Les suspensions aqueuses et les préparations huileuses sont vingt fois plus toxiques que les poudres.

Les auteurs signalent à cette occasion que huit espèces d'insectes ont été signalées depuis trente ans comme ayant acquis une résistance à la suite de traitements insecticides répétés. Ce sont : le Pou de San José, devenu résistant aux lessives sulfocalciques, trois Cochenilles (*Aonidiella aurantii, Saissetia oleae, Coccus pseudomagnoliarum*) résistantes à l'acide cyanhydrique, le Carpocapse devenu résistant à l'arséniate de plomb aux États-Unis et en Afrique du Sud, deux Thrips (*Scirtothrips citri* et *S. aurantii*) résistants à l'émétique, et *Cochliomyia americana* résistante à la phénothiazine.

M. Rau.

Metcalf (R. L.). — **Toxicité comparée, contre un Thrips, des isomères de l'H. C. H. et des composés voisins.** (Relative toxicity of isomeric hexachlorocyclohexanes and related materials to thrips.) *J. econ. entom.*, 40, p. 522-525, 1947.

Contre le Thrips des serres, *Heliothrips haemorroïdalis*, l'isomère γ de l'H. C. H. est dix fois plus toxique que le p.p'.D.D.T., 25 fois plus que le « Toxaphène », 50 fois plus que le « Chlordane », 100 fois plus que le tétraphosphate d'hexaéthyle. Les doses toxiques relatives des cinq isomères de l'H. C. H. sont les suivantes : γ : 1; α : 1.000; β : 10.000; δ : 10.000; ε : >

L'hexachlorocyclohexane, le 1.2.4. trichlorobenzène, divers heptachloro-, octochloro- et ennéachlorocyclohexanes sont inactifs sur le Thrips à des concentrations 1.000 fois supérieures à la D. L. M. de l'isomère γ.

L'activité de l'isomère γ n'augmente pas lorsqu'on lui ajoute les autres isomères de l'H. C. H. Un produit technique à 2 p. 100 de γ n'est pas plus persistant que la quantité correspondante de γ employée seule. Le mésoinositol n'est pas toxique pour le Thrips à une concentration 500 fois plus grande que la D. L. M. du γ. Sa présence n'influe pas sur la toxicité du γ.

M. Rau.

Firman (D. P.). — **Toxicité de l'H. C. H. envers les mammifères.** (Toxicity of benzene hexachloride to mammals.) *J. econ. entom.*, 40, p. 518-521, 1947.

Un H. C. H. contenant environ 12 p. 100 d'isomère γ a été essayé sur des souris de laboratoire. La toxicité est faible, soit par ingestion, soit en application sur la peau, soit par des bains dans la suspension du produit. Il apparaît que l'isomère γ n'est responsable que partiellement de l'action toxique. On ne remarque pas d'accumulation notable du produit chez la souris. La mortalité totale est obtenue à une dose de 1.2 gr. par kilog. Les bains sont toxiques lorsque la concentration atteint 10 p. 100.

Pas d'action toxique sur le bétail, en ingestion, à des doses très supérieures à celles qui peuvent être absorbées au cours des bains insecticides. Les suspensions à 0.5 p. 100 peuvent être utilisées sans danger pour cet usage.

M. Rau.

Ingle (L.). — **Toxicité du « Chlordane » envers le rat blanc.** (Toxicity of chlordane to white rat.) *J. econ. entom.*, 40, p. 264-268, 1947.

Le « Chlordane » et le D. D. T. essayés comparativement ont la même toxicité pour le rat blanc, aussi bien en intoxication alimentaire aiguë ou lente qu'en application de solution huileuse sur la peau. Les rats, dans les deux cas, présentent une grande variation de sensibilité individuelle; il est difficile de déterminer une dose minima toxique ou une dose léthale médiane. Les symptômes de l'empoisonnement sont légèrement plus marqués dans le cas du « Chlordane » :

anoréxie, perte de poids, hyperexcitabilité, tremblements, contractions toniques et cloniques. Il y a des indications que le « Chlordane » pourraît être légèrement plus toxique pour les rats femelles que pour les mâles. Ce fait n'a pas été observé pour le D. D. T.

M. Rau.

Strearns (L. A.), Le Roy Parker (W.), Mac Creary (D.) et Connel (W. A.). — **Un terpène bicyclique chloré utilisé contre certains insectes des fruits et des légumes.** (A chlorinated bicyclic terpene to control certain fruit and vegetable insects.) *J. econ. entom.*, 40, p. 79-83, 1947.

Un terpène bicyclique polychloré de formule brute $C^{10}H^{10}Cl^8$ est vendu aux États-Unis sous le nom de « Toxaphène ». Il a surclassé plusieurs centaines de produits de synthèse essayés comparativement. Il peut être utilisé sous forme de solution huileuse, solution miscible à l'eau, poudre mouillable, poudre à poudrer.

Les premiers essais, réalisés en 1946, l'ont montré assez actif contre le Carpocapse, égal ou supérieur à la roténone contre *Epilachna varivestis*, faiblement actif contre la Tordeuse orientale du pêcher. Il est dépourvu de pouvoir fongicide. Le « Toxaphène » n'est pas dangereux pour le feuillage du pommier, du pêcher, de la vigne et du haricot; mais il provoque de la chlorose chez le concombre et le melon, ainsi qu'un léger jaunissement de l'extrémité des feuilles de pomme de terre. La formule miscible à l'eau est très phytocide pour la pomme de terre.

M. Rau.

Roark (R. C.). — **Condensé des informations concernant le tétraphosphate d'hexaéthyle.** (A digest of information on hexaethyl tetraphosphate.) *U. S. Dep. of agr., Bur. of entom.*, E 721, 12 p., 1947.

Les propriétés du tétraphosphate d'hexaéthyle ont été découvertes en Allemagne, où il a été breveté le 4 août 1938. Il est fabriqué aux États-Unis depuis 1946. On le prépare en chauffant vers 150° du phosphate de triéthyle, dans lequel on ajoute goutte à goutte de l'oxychlorure de phosphore. Le rendement est très élevé. On peut également faire agir l'anhydride phosphorique sur le phosphate de triéthyle. A l'état pur, c'est un liquide huileux légèrement ambré, de poids spécifique 1.29. Il est décomposé par distillation dans le vide, mais reste stable à la température ordinaire en l'absence d'humidité.

Le produit industriel est plus coloré, de densité un peu plus faible; il se solidifie à — 40° et se décompose au-dessus de 150°. Il est miscible à l'eau, à l'acétone, à l'alcool, au tétrachlorure de carbone, au chloroforme, à l'acétate d'éthyle, à la glycérine, à l'huile de pin, au benzène, au toluène, au xylène, mais non au kérosène ni à l'éther de pétrole. Le produit commercial allemand contenait 60 à 70 p. 100 de matière active additionnée de toluène et d'un mouillant. Il est facilement hydrolysé au contact de l'eau, avec production de dérivés peu ou pas insecticides. Additionné d'une petite quantité d'eau, il attaque énergiquement le fer galvanisé, moins le fer naturel, peu le bronze. En présence d'un grand excès d'eau, l'attaque sur les métaux est peu sensible.

Voici quelques indications sur le pouvoir insecticide du tétraphosphate d'hexaéthyle. Sur les Thrips, la D. L. M. est de 0,01 p. 100, sur la Drosophile, elle est de 0,00075 p. 100. En traitement gazeux, les concentrations actives sont de 10 à 100 mg. par m^3 pour les pucerons, de 10 mg. pour la mouche blanche des serres, *Trialeurodes vaporariorum*. En pulvérisation, on recommande des concentrations de 0.025 à 0.1 p. 100 sur les Pucerons, 0,1 p. 100 sur les Cochenilles en traitement d'été, 0,12 p. 100 sur le Psylle du poirier. Les poudres à 3 et 5 p. 100 sont actives contre les Pucerons, mais les larves de *Pieris rapae* résistent aux poudres à 5 p. 100, ainsi qu'aux solutions à 0.12 p. 100. Au laboratoire, les chenilles de Carpocapse subissent une mortalité totale sous l'action des solutions à 0,12 p. 100. Sur les Acariens, les résultats suivants ont été obtenus : par voie gazeuse, les concentrations de 1 à 2,5 gr. par m^3 sont inefficaces contre *Tarsonemus latus*, tandis que 10 mg. par m^3 seraient actifs contre *Tetranychus bimaculatus*. Sur *Paratetranychus citri*, la D. L. M., au laboratoire, est de 0,0075 p. 100; le produit est peu persistant et n'a pas d'action sur les œufs. *T. bimaculatus* est détruit par des solutions à 0,025 p. 100.

Le tétraphosphate d'hexaéthyle est très toxique pour l'homme. Il a peu d'action sur les plantes supérieures. Des aérosols, essayés sur 133 plantes, n'ont causé des dégâts qu'au chrysanthème et à la tomate.

M. Rau.

Bronson (T. C.) et Hall (S. A.). — **Le tétraphosphate d'hexaéthyle, sa préparation et ses propriétés; compte rendu d'essais préliminaires contre les Pucerons du chou et du pois.** (Hexaethyl tetraphosphate. Its preparation and properties. A report on preliminary tests against cabbage and pea aphid.) *Agric. chemicals*, 3 p., nov. 1946.

Sur les Pucerons du chou, le tétraphosphate d'hexaéthyle en poudre à 3 p. 100 est supérieur au sulfate de nicotine. En pulvérisation à 1,2 p. 100, il donne 90 p. 100 de mortalité, contre 13 p. 100 pour le sulfate de nicotine à 0,8 p. 100. Les solutions fraîches de ce composé sont des insecticides d'avenir pour les Pucerons du chou. Il s'altère plus vite en solution qu'en poudre. Mais si on utilise les premières aussitôt leur préparation, elles sont plus avantageuses. Les faibles résultats donnés par la nicotine s'expliquent par les conditions des essais, effectués au laboratoire.

M. Rau.

Ludvik (G. F.) et Decker (G. C.). — **Toxicité de certains esters phosphoriques envers les Pucerons.** (Toxicity of certain esters of phosphorus acids to Aphids.) *J. econ. entom.*, 40, p. 97-100, 1947.

16 dérivés organiques des acides phosphoriques ont été essayés comme insecticides de contact contre *Myzus persicae* et contre un Puceron qui attaque les rosiers en serre, *Myzus porosus;* huit se sont montrés supérieurs à la nicotine. Les plus intéressants sont le pyrophosphate de tétraéthyle, le pyrophosphate de tétrapropyle et le triphosphate de tétrapropylphényle symétrique. Tous les pyrophosphates et les triphosphates sont extrêmement toxiques pour les Pucerons. *Myzus porosus* est plus résistant que *M. persicae.*

M. Rau.

Siegler (E. H.) et Hall (S. A.). — **Emploi du tétraphosphate d'hexaéthyle comme insecticide.** (Hexaethyltetraphosphate as an insecticide.) *J. econ. entom.*, 40, p. 722-723, 1947.

De petits essais de laboratoire montrent que le tétraphosphate d'hexaéthyle est très toxique pour les larves de Carpocapse récemment écloses, pour plusieurs espèces de Pucerons et pour *Tetranychus bimaculatus.* Des expériences de plein champ à grande échelle sont nécessaires pour connaître la valeur insecticide pratique du produit.

M. Rau.

Rohwer (S. A.). — **Le « parathion », nom vulgaire du thiophosphate de diéthyl et de paranitrophényl insecticide.** (Parathion : a commun name for the insecticidal chemical o.o.diethyl-o.p.nitrophenyl thiophosphate.) *U. S. dep. of agr., Bur. of entom.*, 3 p., 1947.

Le nom de « parathion » a été choisi aux États-Unis pour l'insecticide de formule $C^{10}H^{14}NO^5PS$, appelé en Allemagne E 605. C'est un liquide jaune ou brun, odorant, de densité 1,26, d'indice de réfraction $n^{25} = 1.5360$. Son point d'ébullition est supérieur à 375° sous la pression ordinaire. Le produit technique a au moins 95 p. 100 de pureté; il est légèrement soluble dans l'eau, miscible aux solvants organiques, acétone, éther, alcools, huiles glycéridiques, très peu soluble dans les huiles de pétrole. On le vend sous forme d'émulsion concentrée, de poudre à poudrer ou à délayer, d'aérosols. Il est stable en présence d'eau, peu oxydable, compatible avec la plupart des autres antiparasitaires. Sa stabilité en présence du lait de chaux, de la bouillie bordelaise et de la bouillie sulfocalcique est mal connue.

Il s'agit de nombreuses espèces d'insectes. Son action phytocide est faible au total; la pomme de terre et la tomate sont les espèces les plus sensibles. Sur les animaux supérieurs, il est très toxique en ingestion; sa D. L. M. pour le rat blanc est de 5 à 10 mg. par kilog. Il peut être absorbé par la peau. Ses vapeurs sont toxiques pour la souris blanche à la concentration de 126 mg. par litre pendant 18 heures. Il intoxique les mammifères en agissant sur le système parasympathique.

M. Rau.

WEINMAN (C. L.) et DECKER (G. C.). — **Toxicité de quelques dérivés des phénols chlorés.** (Toxicity of some chlorinated phenol derivatives.) *J. econ. entom.*, 40, p. 74-78, 1947.

Le pentachlorophénol et 24 dérivés des phénols chlorés ont été essayés sur la Mouche domestique, sur les larves d'*Attagenus piceus* et sur l'Acarien *Tetranychus telarius*. La phytotoxicité de chaque composé a en outre été évaluée.

Sur la Mouche, le pentachlorophénol est supérieur à tous les dérivés. Ses éthers propylique, butylique et amylique lui sont égaux ou supérieurs, en ce qui concerne l'action toxique et répulsive contre *A. Piceus*. Ils n'ont ni sa couleur, ni son odeur, ni ses propriétés irritantes. Le pentachlorophénol est actif contre le Tétranyque sur rosier à la concentration de 1/16.000, mais il reste phytocide à cette dilution; les autres composés qui présentent la même toxicité envers l'Acarien sont très dangereux pour les plantes.

D'une façon générale, la toxicité des éthers aliphatiques du pentachlorophénol augmentent de la fonction méthyle à la fonction amyle; elle diminue ensuite de la fonction amyle à la fonction dodécyle. Les éthers aromatiques et aralcoyliques sont pratiquement dépourvus de toxicité. Aucune autre relation n'apparaît entre la structure chimique et l'action antiparasitaire.

M. RAU.

GERTLER (S. I.). — **Revue des essais de laboratoire sur la toxicité de certaines semi-carbazones envers différents insectes.** (A review of laboratory tests on the toxicity of certain semi-carbazones to various insects.) *U. S. Dep. of agr., Bur. of entom.*, E 705, 15 p., 1946.

Au cours de ces essais, ont été considérés comme toxiques les composés qui ont produit au moins 75 p. 100 de mortalité sur les insectes broyeurs, qui ont donné au moins 50 p. 100 de fruits sains dans le cas du Carpocapse, ou qui ont présenté une D. L. M. au plus égale à 0,1 p. 100, quand il s'agissait d'insecticides de contact. Sur 33 composés essayés, 21 répondaient à ces conditions. Les plus généralement actifs sont : la cyclohexanone et la 4. méthylcyclohexanone, toxiques sur huit espèces d'insectes, le para-chloracétophénone, toxique sur sept espèces, la cyclopentanone, la 2.4. diméthyl 3. pentanone, l'éthylméthylcétone, le 2. furaldéhyde, et la 2. méthylcyclohexanone, toxiques sur six insectes.

On conclut de cette étude que le groupe des semi-carbazones présente de l'intérêt comme insecticides.

M. RAU.

HSING YUN FAN. — **La toxicité des arsenicaux organiques.** (The toxicity of organic arsenicals.) *J. econ. entom.*, 40, p. 883-895, 1947.

61 composés arsenicaux organiques ont été essayés comme poisons d'ingestion et de contact sur *Tribolium confusum*. Ils ont été classés d'après le temps nécessaire pour obtenir 50 p. 100 de mortalité. Les plus actifs sont l'acide m. chlorophénylarsonique, l'acide phénylarsonique et quelques autres. Les relations entre la structure et la toxicité de ces composés ont été examinées. Dans la série des acides phénylarsoniques, les composés méta sont généralement plus actifs que les ortho et les para. Dans les séries nitro et aminonaphtylarsonique, l'activité est en général plus grande, lorsque le groupe nitro ou amino est sur le cycle qui contient le groupe arsone.

M. RAU.

SCHMIDT (C. T.). — **Dispersion des insecticides gazeux dans les sols.** (Dispersion of fumigants through soil.) *J. econ. entom.*, 40, p. 829-837, 1947.

La circulation des vapeurs insecticides dans le sol a été étudiée au moyen d'essais biologiques sur le Charançon du riz, *Sitophilus oryzae*. Les vapeurs de chloropicrine e tle dichloréthane-dichloréthylène (D. D.) passent par une concentration initiale élevée, puis diminuent lentement. La chloropicrine se disperse mieux que le D. D. et est retenue plus longtemps par le sol.

Les vapeurs circulent mieux en sol moyennement humide, moins rapidement en sol sec, et encore moins bien en sol très humide. L'augmentation de la profondeur de l'injection accroît la

durée de rétention des vapeurs, mais réduit apparemment leur efficacité vers la surface du sol, surtout dans le cas du D. D.

M. Rau.

Green (N.) et Carter (R. H.). — **Dosage de la pyréthrine I. Action de la lumière pouvant faire varier les résultats.** (Pyrethrin. I. determination. The effect of light in causing variations in experimental results.) *Soap*, 2 p., juillet 1946.

La méthode officielle américaine pour le dosage de la pyréthrine I utilise la réaction de Denigès: réduction du sulfate mercurique. Or, les conditions de température et d'éclairement influent sur l'intensité de la coloration obtenue. A 15°, la quantité de pyréthrine I retrouvée à l'analyse est de 95,2 p. 100 à l'obscurité, contre 114 p. 100 à la lumière d'une lampe à vapeur de mercure. A 25 p. 100, ces chiffres s'élèvent respectivement à 98 et 123 p. 100.

M. Rau.

La Forge (F. B.) et Bartel (W. F.). — **Les constituants des fleurs de pyrèthre. XX. Synthèse partielle des pyréthrines et des cinérines et leurs toxicités relatives.** (Constituents of pyrethrum flowers. XX. The partial synthesis of pyrethrins and cinerins and their relative toxicities.) *J. org. chem.*, 12, p. 199-202, 1947.

Les proportions des 2 pyréthrines et des 2 cinérines sont variables selon l'origine des poudres de pyrèthre. Chaque pyréthrine et chaque cinérine possède une forme active et une forme racémique. D'après les essais de Gersdorff sur la Mouche domestique, la pyréthrine I est 1,5 fois aussi toxique que la cinérine I; la pyréthrine II est 1,3 fois aussi toxique que la cinérine II; la pyréthrine I est 4 fois plus toxique que la pyréthrine II. La pyréthrine I est 2 fois aussi toxique que l'isodihydropyréthrine I; la cinérine I, 2 fois autant que l'isodihydrocinérine I. La tétrahydropyréthrine I est moins de 0,03 fois aussi active que la pyréthrine I.

M. Rau.

Bottger (G. T.) et Bowen (E. V.). — **Essais comparatifs de toxicité sur l'anabasine, la nornicotine et la nicotine.** (Comparative toxicity tests of anabasine, nornicotine and nicotine.) *U. S. Dep. of agric., Bur. of Entom.*, E. 710, 5 p., 1946 (en polycopie).

Les essais ont été faits sur des Pucerons, des Tétranyques et des Punaises et d'autres insectes, à des concentrations égales ou supérieures à 0,1 p. 100. On est parti des alcaloïdes purs. Les Pucerons et les Tétranyques sont traités sur les plantes contaminées quelques jours avant; les autres insectes sont traités dans des cristallisoirs et nourris de feuillage sain.

A la concentration de 0,025 p. 100, l'anabasine est égale ou supérieure à la nicotine, contre les Pucerons. Sur les Tétranyques et les Punaises, l'anabasine présente une certaine supériorité. La nornicotine est, suivant les cas, légèrement inférieure aux deux alcaloïdes, ou intermédiaire entre eux. Des essais phytocides à 0,2 p. 100 sur concombres, haricots, navets et pois n'ont pas laissé observer de brûlures.

M. Rau.

TABLE DES MATIÈRES.

I. MÉMOIRES ORIGINAUX.

Pages.

D'AGUILAR (J.), ALLEGRET (P.) et VASSEUR (R.). — Premières observations sur des parasites du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) dans le Lyonnais... 59

DARPOUX (H.) et VUITTENEZ (A.). — Essais de traitements contre la Tavelure du poirier. 7

GIBAN (J.). — Essai sur Rat blanc de quelques colorants dinitrés comme poison d'ingestion..... 1

GIBAN (J.), GATINEAU (M.) et GUIBERT (R.). — Étude d'une famille d'Effraie (*Tyto alba* Scofoli)..... 247

GRENTE (J.). — Influence des attaques du Mort-lin sur le rendement du Lin cultivé... 27

HOFFMANN (A.). — Les Otiorrhynques de la Faune française nuisibles à l'agriculture.. 65

LIMASSET (P.). — La systématique des virus Phytopathogènes..... 283

MOREL (G.). — Recherches sur la culture associée de parasites obligatoires et de tissus végétaux..... 123

PANOS (N.). — Contribution à l'étude de l'expansion de quelques virus inoculables mécaniquement chez la Tomate..... 297

SCHAEFER (I.). — Sur la rétention de l'acide cyanhydrique par les fruits soumis à la désinfection..... 265

SÉLARIES (P.). — Sensibilité des différentes variétés de Pomme de terre à la maladie verruqueuse (*Synchytrium endobioticum* Schilb.) Perc..... 103

VASSEUR (R.) et SCHVESTER (D.). — Le Xylebore disparate (*Xyleborus dispar* F.) dans la région lyonnaise..... 85

VINOT (M.) et BERNAUX (P.). — La Pourriture charbonneuse de la Pomme de terre, dans la région méditerranéenne (*Macrophomina phascoli* Maublanc) Ashby..... 91

II. TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux.)

	Pages.
Abbott (C. E.)	242
D'Aguilar (J.), Allegret (P.) et Vasseur (R.)	59
Allen (T. C.) et Brun (L. K.)	55
Allen (T. C.), Link (H. P.), Ikawa (K.) et Brunn (L. T.)	55
Balock (J. W.) et Starr (D. F.)	53
Barail (L.)	240
Bastisse (E. M.)	112
Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.)	46
Bawden (F. C.) et Roberts (F. M.)	46
Bawden (F. C.) et Kassanis (B.)	47
Bawden (F. C.) et Kassanis (B.)	48
Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.)	48
Bawden (F. C.), Kassanis (B.) et Roberts (F. M.)	316
Bennett (S. H.), Kearms (H. G. H.), Martin (H.) et Wain (R. L.)	118
Bishop (F. C.)	116
Black (W.)	40
Black (L. M.)	47
Booij (H.), de Bruyn Ouhoter (M.), Cremer (M.) et Van Slogteren (E.)	42
Bottger (G. T.) et Bowden (E. V.)	329
Branas (J.)	116
Branas (J.)	116
Branas (J.)	316
Brierley (P.) et Floyd Smith (F.)	236
Bronson (T. C.) et Hall (S. A.)	327
Busvine (J. R.)	119
Callbeck (L. C.)	237
Carter (W.)	51
Chisholm (R. D.) et Koblitsky (L.)	54
Cochran (G. W.)	315
Coons (G. H.), Stewart (D.) et Gaskill (J. O.)	42
Cottam (C.) et Higgins (E.)	56
Cutkomp (L. K.)	323
D (E.)	113
Darpoux (H.) et Vuittenez (A.)	7
David (W. A. L.)	122
Davies (W. H.) et Sexton (W. A.)	52
Decker (G. C.)	244
Diachun (S.)	236
Doncaster (J. P.) et Kassanis (B.)	42
Dufrenoy (J.)	114
Durand Gasselin (L.)	114
Eckert (J. E.)	56
Eide (P. M.)	243
Favard (P.)	113
Finney (D. J.)	118
Fisher (E. H.) et Staley (W. W.)	52
Fleck (E. E.)	322
Foster (W. R.) et Lott (T. B.)	46
Fouretier (G.) et Boullé (A.)	52
Frear (D. E. H.) et Seiferle (E. J.)	320
Frezal (P.)	43
Fulton (R. W.)	235
Furman (D. D.)	325
George (J. I.) et Mitchell (R. T.)	325
Gertler (S. I.)	325
Giban (J.)	1
Giban (J.), Gatineau (M.) et Guibert (R.)	247
Ginsburg (J. M.)	120
Goblé (G. J.) et Patton (R. L.)	119
Goidanich (G.)	43
Goodhue (L. D.) et Riley (R. L.)	121
Gorter (G. I. M. A.)	40
Green (N.) et Carter (R. H.)	329
Greenslade (R. M.) et Goscombe (E. G.)	112
Grente (J.)	27
Grindley (J.)	121
Gutnher (F. A.)	324
Hadorn (C.)	112
Haller (H. L.) et Bowden (C. V.)	324
Hamilton (C. C.)	319
Hampton (J. E.)	237
Hansberry (R.) et Clausen (R. C.)	54
Hansbrough (J. K.) et Stont (D. C.)	236
Haring (R. C.)	120
Hey (G. L.)	238
Hoffmann (A.)	65
Holmes (F. O.)	318
Hsing-Yun-Fan	328
Hutton (E. M.)	41
Ingle (L.)	325
Ivry (E. E.) et Ewing (K. P.)	51
Jensen (H. L.)	239

Johnson (J.) 49
Jones (M. A.), Gersdorff (W. A.) et Mac Gowran (R.) 118
Kauer (K. C.), Duvall (R. B.) et Alquist (F. N.) 243
Kearns (E. W.), Ingle (L.) et Metcalf (R. L.) 243
Klinkenberg (H. C.) 41
Knowlton (G. F.) 244
Kühnholtz-Lordat (G.) 114
Kulash (W. M.) 319
Kulash (W. M.) 244
Kuntz (J. E.) et Walker (J. C.) 318
Lacombe (R.) 114
La Forge (F. B.) et Bortel (W. F.) 329
Lange (W. H.) 238
Lepigre (A.) 111
Lepigre (A.) 51
Lewis (H. C.) 239
Limasset (P.) 283
Lindgreen (D. L.) et Dickson (R. C.) 53
Lindgreen (D. L.) et Sinclair (W. B.) 245
Lindquist (A. W.), Jones (H. A.) et Madden (A. H.) 119
Ludvick (G. F.) et Decker (G. C.) 327
Mac Callan (S. E. A.) 319
Mac Callan (S. E. A.) 240
Mac Covran (E. R.), Fales (J. H.) et Goodhue (L. D.) 121
Mac Intosh 241
Mac Kerras (I. M.) et Nest (R. F. K.) 245
Mac Leod (W. S.) 242
Magrou (J.) 39
Magrou (J.) et Prevot (A. R.) 315
Manns (T. F.) 41
Margulis (H.) et Gane (J.) 321
Marsh (P. B.) et Butler (M. L.) 53
Martin (J. P.) 236
Mason (A. C.) 238
Metcalf (R. L.) 325
Morel (G.) 123
Munson (S. G.) et Yeager (J. F.) 241
Munson (S. G.) et Yearger (J. F.) 244
Newcomer (E. J.) et Dean (F. F.) 238
Newell (I. M.) 322
Nicholas (D.J.D.) 50
Noel (C.) 50
Norrs (D. R.) 237
Norris (D. O.) 317
Ogilvie (L.) 236
Oortwijn Botjes (J.) 235
Orr (L. W.) et Mott (L. O.) 56
Panos (N.) 297
Pavillard (J.) 50
Pepper (B. P.), Wilson (A.) et Campbell (J. C.) 319
Pepper (B. P.) et Carruth (L. A.) 54
Pirie (N. W.) 44
Pithioud (A.) et Roussel (R.) 113
Plummer (C. C.) et Baker (E. W.) 242
Potter (C.), Tattersfield (C. F.) et Gilham (E. M.) 120
Potts (S. F.) 240
Pound (G. S.) 42
Powell (D.) 240
Prentice (I. W.) et Harris (R. V.) 49
Prentice (I. W.) 44
Prentrice (I. W.), King (M. E.) et Harris (R. V.) 43
Reingard (L. V.) et Zaduke-Reingard (T. N.) 54
Richardson (C. H.) et Walkden (H. H.) 51
Richardson (C. M.) 242
Riemschneider (R.) 117
Riemschneider (R.) 324
Roark (R. C.) 326
Robbie (W. A.) 121
Rohwer (S. A.) 327
Rose (A. S.) 113
Rosella (E.) 114
Roussel (R.) 113
Rozendaal (A.) 111
Schaefer (I.) 265
Schmidt (C. T.) 328
Scott (L. B.) 56
Sélariès (P.) 103
Selman (I. W.) 317
Sergent (E.) 113
Siegler (E. H.) et Hall (S. A.) 327
Smith (R. H.) 243
Smith (K. M.) et Lea (D. E.) 235
Stakman (E. C.) 111
Stoddard (E. M.) 237
Strearns (L. A.), Le Roy Parker (W.), Mac Cleary (D.) et Connel (W. A.) 326
Stubbs (L. L.) 47
Sylvester (E. S.) 317
Takahashi (W. N.) et Rawlin (T. E.) 45
Telford (H. S.) et Guthrie (J. E.) 119
Truffaut (G.) et Hampe (P.) 114
Turner (N.) 122
Turner (N.) et Saunders (D. H.) 323

Turrel (F. M.)..... 55
Van Der Planck (J. E.)..... 316
Van Sgloteren (E.) et de Bruyn Ouboter (M. P.)..... 44
Van Sgloteren (E.) et de Bruyn Ouboter (M. P.)..... 45
Vasseur (R,) et Schvester (D.). 85
Vinot (M.) et Bernaux (P.).... 91
Wain (H. L.) et Wilkisen (E. R.).... 116
Walton (R. R.)..... 324
Watkins (T. C.) et Norton (L. B.).... 320
Weaver (W. E.) et Whaley (W. M.).. 320
Webb (J. E.)..... 321
Webb (J. E.) et Green (R. A.)..... 55
Weigel (C. A.) et Gertler (S. I.).... 242
Weinman (C. J.) et Decker (G. C.).... 319
Weinman (C. L.) et Decker (G. C.)... 328
Wene (G.(et Rawlins (W. A.)..... 239
Whitnall (A. B. M.) et Bradford (B.). 324
Wilson (H. E.) et Jackson (M. L.).... 122
Woodruff (N.) et Turner (N.)..... 323
Woods (M. M.) et du Buy (H. G.).... 49
Yun-Pei-Sun et Shepard (H. H.)..... 321
Zach (C.)..... 239
Anonyme..... 245

III. TABLE MÉTHODIQUE.

(ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES.)

I. PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Pages.

Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.). — Séparation et propriétés du virus de la Mosaïque du Tabac à différents états d'agrégation..... 46
Bawden (F. C.) et Roberts (F. M.). — L'influence de l'intensité lumineuse sur la sensibilité des plantes vis-à-vis de certains virus..... 46
Bawden (F. C.) et Kassanis (B.). — Le comportement de certaines souches de virus Y se rencontrant dans la nature..... 47
Bawden (F. C.) et Kassanis (B.). — Différences variétales de sensibilité de Pommes de terre au virus Y de la Pomme de terre..... 48
Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.). — Richesse en virus de plantes atteintes par la Mosaïque du Tabac..... 48
Bawden (F. C.), Kassanis (B.) et Roberts (F. M.). — Étude de l'importance du virus X et de la lutte contre ce dernier..... 316
Black (W.). — Le Mildiou dans ses rapports avec l'amélioration de la Pomme de terre. 40
Black (L. M.). — Tumeurs provoquées par des virus dans les plantes..... 47
Booij (H.), de Bruyn Ouhoter (M.), Cremer (M.) et Van Slogteren (E.). — Rapport sur des recherches sérologiques concernant la Jaunisse de la Betterave sucrière (1942-1943)..... 42
Branas (J.). — La dégénérescence infectieuse de la Vigne est une maladie à virus..... 316
Brierley (P.) et Floyd Smith (F.). — La Mosaïque du Canna aux États-Unis..... 236
Cochran (G. W.). — Utilisation de la fécule de Pomme de terre pour la purification des virus..... 315
Coons (G. H.), Steward (D.) et Gaskill (J. O.). — Une nouvelle variété de Betterave résistante au Cercospora..... 42
Diachun (S.). — Inhibition du virus du Streak du Tabac avec des jus de plantes saines. 236
Doncaster (J. P.) et Kassanis (B.). — Le Puceron de l'Échalotte, *Myzus ascalonicus* Doncaster et son conportement comme vecteur de virus..... 42

Foster (W. R.) et Lott (T. B.). — Une maladie à Virus : la «Petite cerise»..... 46
Frezal (P.). — Le Court-noué de la Vigne..... 43
Fulton (R. W.). — Les hôtes du virus du streak du Tabac..... 235

Goidanich (G.). — Dépérissement des Pêchers dans le Nord de l'Italie avec nécrose du liber et dégénérescence du cambium..... 43
Gorter (G. I. M. A.). — Une nouvelle maladie des céréales, le rabougrissement du Blé. 40

Hansbrough (J. R.) et Stout (D. C.). — Sur la présence de symptômes rappelant les maladies à virus chez les Bouleaux atteints de dépérissement..... 236
Holmes (F. O.). — Résistance à la maladie bronzée de la Tomate..... 318
Hutton (E. M.). — Relation entre la formation de nécrose et la résistance au virus X chez la Pomme de terre 3. Interrelations avec le virus C..... 41

Johnson (J.). — L'atténuation des virus et la séparation de souches par des hôtes spécifiques..... 49

Klinkenberg (H. C.). — Études anatomiques sur la maladie de la Jaunisse de la Betterave en comparaison avec d'autres maladies de cette plante..... 41
Kuntz (J. E.) et Walker (J. C.). — Inhibition de virus par des extraits d'Épinard... 318

Mac Callan (S. E. A.). — L'essai biologique des fongicides agricoles..... 318
Magrou (J.). — Les maladies des végétaux..... 39
Magrou (J.) et Prévot (A. R.). — Étude taxonomique des bactéries phytopathogènes.. 315
Manns (T. F.). — Qu'est-ce que la «Net necrosis» de la Pomme de terre ?..... 41
Martin (J. P.). — Maladie de Fiji de la Canne à sucre..... 236

Nicholas (D. J. D.). — Recherche de la carence en manganèse chez les plantes, au moyen d'un test au tétraméthyldiaminodiphénylméthane..... 50
Noel (C.). — Recherches anatomiques sur le Crown-Gall..... 50
Norris (D. O.).— Les souches et la variabilité des symptômes chez le virus du «Spotted wiet» de la Tomate..... 317

Ogilvie (L.). — Récents progrès de nos connaissances sur les maladies des Lis..... 236
Oortwijn Botjes (J.). — Modification des symptômes de la maladie chez des Pommes de terre atteintes par le virus A..... 235

Pavillard (J.). — L'extraction à l'éther, méthode de dosages des substances de croissance chez la Pomme de terre..... 50
Pirie (N. W.). — Les Virus..... 44
Pound (G. S.). — La Mosaïque de la Betterave dans les régions du Nord de la côte du Pacifique..... 42
Prentice (I. W.). — Analyse et synthèse de complexe de virus causant le Yellowedge du Fraisier..... 44
Prentice (I. W.) et Harris (R. V.). — Analyse des complexes de virus du Fraisier au moyen du Puceron vecteur *Capitophorus fragariae*..... 49
Prentice (I. W.), King (M. E.) et Harris (R. V.). — Expériences sur la dégénérescence du Fraisier Huxley..... 43

Rozendaal (A.). — Maladie du type «Stem mottel» de la Pomme de terre..... 111

Selman (I. W.). — Résistance à la Mosaïque chez la Tomate en relation avec les conditions du sol..... 317
Smith (K. M.) et Lea (D. E.). - La transmission des Virus des plantes par les Pucerons. 235
Stakman (E. C.). — Les maladies des plantes sont des ennemies rusées..... 111
Stubbs (L. L.). — Un flétrissement destructeur chez la Fève provoqué par un virus dans la région de Victoria..... 47
Sylvester (E. S.). — La «Yellow net disease» maladie des Betteraves à sucre..... 317

Takahashi (W. N.) et Rawlin (T. E.). — Étude au microscope électronique de deux souches de virus X de la Pomme de terre..... 45

Van Der Planck (J. E.). — I. Relations entre les dimensions de la plante à l'expansion des maladies généralisées. II. Les maladies à virus de la Pomme de terre transmises par les Pucerons..... 316

Van Sgloteren (E.) et de Bruyn Ouboter (M. P.). — Études sur les maladies à virus des fleurs à bulbe I Narcisse I..... 44

Van Sgloteren (E.) et de Bruyn Ouboter (M. P.). — Études sur les maladies à virus des fleurs à bulbe II. Tulipe I..... 45

Woods (M. W.) et du Buy (H. G.). — Preuve à l'évolution des virus phytopathogènes à partir des mitochondries et de leurs dérivés..... 49

II. TRAITEMENTS CHIMIQUES.

Bastisse (E. M.). — Contribution à l'étude d'une thérapeutique préventive possible du Court-noué des Vignes..... 112

Callbeck (L. C.). — Destruction chimique des fanes de Pommes de terre..... 237

Carter (W.). — Les traitements du sol, notamment par fumigation au D. D..... 51

D. (E.). — Résultats de la lutte contre les Criquets. Campagne 1947..... 113

Durand-Gasselin (L.). — A propos de l'utilisation des hormones de désherbage dans les Vignes..... 114

Favard (P.). — Lutte contre les insectes souterrains..... 113

Fisher (E. H.) et Stanley (W. W.). — Essais préliminaires avec la poudre de cévadille. 52

Greenslade (R. M.) et Goscombe (E. G.) — Le dinitro-O-cyclohexylphénol contre les Araignées rouges des arbres fruitiers..... 112

Hadorn (C.). — Peut-on combattre avec succès une épidémie de Rougeot parasitaire dans nos vignobles..... 112

Hamilton (C. C.). — Les poudres à l'azobenzène contre les Araignées rouges qui attaquent certaines plantes de serres..... 319

Hampton (J. E.). — Traitement du crown-gall par les antibiotiques..... 237

Hey (G. L.). — Essai d'un nouvel insecticide amenant la mort rapide des Araignées rouges dans les serres..... 238

Ivry (E. E.) et Ewing (K. P.). — L'H. C. H. contre les insectes du Coton..... 51

Kuhnholtz-Lordat (G.). — Substances dites «hormones herbicides»..... 114

Kulash (W. M.). — L'H. C. H., le D. D. T. et le chlordane contre le Doryphore..... 319

Lacombe (R.). — Nouveaux procédés de pulvérisation..... 114

Lange (W. H.). — Emploi du dibrométhane et du mélange dichloropropane-dichloropropène contre les Taupins..... 238

Lepigre (A.). — Technique de la désinsectisation..... 111

Lepigre (A.). — La désinfection des fruits frais parasités par le Pou de San José... 51

Mason (A. C.) et Chrisholm (R. D.). — Emploi du dibrométhane dans les fumigations contre le Hanneton japonais..... 238

Newcomer (E. J.) et Dean (F. F.). — Effet du xanthone, du D. D. T. et autres insecticides sur l'Araignée rouge du Pacifique..... 238

Norris (D.). — Essai infructueux avec le D. D. T. et favorable avec l'H. C. H. en vue de protéger les cultures de champignon contre les Acariens..... 237

Pepper (B. P.), Wilson (C. A.) et Campbell (J. C.). — L'H. C. H. et autres composés contre les Taupins attaquant les Pommes de terre..... 319
Pithioud (A.) et Roussel (R.). — Expérimentation moderne contre les Vers de la grappe. 113

Richardson (C. H.) et Walkden (H. H.). — Emploi du chlorure de B. méthylalcyle pour la fumigation des insectes du Maïs..... 51
Rose (A. S.). — La nicotine contre le Virus jaune de la Betterave à sucre..... 113
Rosella (E.). — L'emploi des phytohormones herbicides dans les céréales; Colorants nitrés ou phytohormones herbicides..... 114
Roussel (R.). — Lutte contre les Éphippigères..... 113

Sergent (E.). — Protection des cultures contre les Acridiens par un extrait de Melia.. 113
Stoddard (E. M.). — Traitement du sol par le benzoate d'oxyquinoléine contre la maladie de l'Orme due à *graphium ulmi*..... 237

Truffaut (G.) et Hampe (P.). — Sur le poudrage électrique des végétaux..... 114

Weinman (C. J.) et Decker (G. C.). — Analyse de certains facteurs relatifs à la lutte contre les Criquets par des hydrocarbures chlorés..... 319

III. PHYTOPHARMACIE.

Abbott (C. E.). — Les gaz toxiques de la lessive sulfocalcique..... 242
Allen (T. C.) et Brun (L. K.). — Accroissement de toxicité de la cévadille par traitement à la chaux..... 55
Allen (T. C.), Link (K. P.), Ikawa (H.) et Brunn (L. T.). — Efficacité relative des principaux alcaloïdes des graines de cévadille..... 55

Balock (J. W.) et Starr (D. F.). — L'absorption du bromure de méthyle et son action résiduelle sur la mortalité de la Mouche des fruits..... 53
Barail (L.). — La toxicité des germicides..... 240
Bennett (S. H.), Kearms (H. G. H.), Martin (H.) et Wain (R. L.). — Emploi des dérivés polynitrés toxiques et phytopharmacie. Stabilité du dinitro-orthocrésol dans les produits commerciaux..... 118
Bishop (F. C.). — La situation des insecticides..... 116
Bottger (G. T.) et Bowden (E. V.). — Essais comparatifs de toxicité sur l'anabasine, la nornicotine et la nicotine..... 329
Branas (J.). — La question des soufres..... 116
Branas (J.). — A propos de récentes recherches sur les soufres..... 116
Bronson (T. C.) et Hall (S. A.). — Le tétraphosphate d'hexaéthyle, sa préparation et ses propriétés. Compte rendu d'essais préliminaires contre les Pucerons du Chou et du Pois..... 327
Busvine (J. R.). — Toxicité comparée de divers insecticides de contact sur le Pou *Pediculus humanus* L. et la Punaise *Cimex. lectularius* L..... 119

Chisholm (R. D.) et Koblitsky (L.). — Variation de composition et de volatilité des produits attractifs pour le Hanneton japonais au cours de leur évaporation..... 54
Cottam (C.) et Higgins (E.). — Le D. D. T. et ses effets sur les poissons et les animaux sauvages..... 56
Cutkomp (L. K.). — Décomposition thermique du D. D. T. dispersé dans l'eau..... 323

David (W. A. L.). — Abondance et localisation des liquides recueillis par les insectes qui volent dans un brouillard insecticide..... 122
Davies (W. H.) et Sexton (W. A.). — Constitution chimique et action fongistatique de certains composés organiques soufrés..... 52

DECKER (G. C.). — Usages agricoles du D. D. T. notamment en ce qui concerne l'importance des résidus de traitement 244
DUFRENOY (J.). — Les substances anticryptogamiques organiques 114

ECKERT (J. E.). — Effet du D.D.T. sur les Abeilles 56
EIDE (P. M.). — Essais d'insecticides sur les Abeilles 243

FINNEY (D. J.). — L'analyse d'une série factorielle de tests insecticides 118
FLECK (E. E.). — Rapport sur les méthodes d'analyse du D.D.T. 322
FOURETIER (G.) et BOULLÉ (A.). — Sur la vitesse d'évaporation de diverses variétés de soufre dans l'air 52
FREAR (D. E. H.) et SEIFERLE (E. J.). — Structure chimique et action insecticide 320
FURMAN (D. P.). — Toxicité de l'H.C.H. envers les mammifères 325

GEORGE (J. I.) et MITCHELL (R. T.). — Effets du D.D.T. sur les jeunes oiseaux nourris d'insectes traités 325
GERTLER (S. I.). — Revue des essais de laboratoire sur la toxicité de certaines semi-carbazones envers différents insectes 328
GINSBURG (J. M.). — Méthodes d'analyse chimique du D.D.T. 120
GOBLE (G. J.) et PATTON (R. L.). — Mode d'action toxique des composés dinitrés envers l'Abeille 119
GOODHUE (L. D.) et RILEY (R. L.). — Dimensions des particules sur les aérosols produits par des gaz liquéfiés 121
GREEN (N.) et CARTER (R. H.). — Dosage de la pyrèthrine I action de la lumière pouvant faire varier les résultats 329
GRINDLEY (J.). — Toxicité envers la Truite arc-en-ciel et le Goujon de quelques substances connues pour exister dans les eaux usées rejetées dans les rivières 121
GUNTHER (F. A.). — Décomposition thermique des mélanges de D.D.T. et H.C.H. 324

HALLER (H. L.) et BOWDEN (C. V.). — Faits essentiels au sujet de l'H.C.H. 324
HANSBERRY (R.) et CLAUSEN (R. C.). — Propriétés insecticides des diverses plantes 54
HARING (R. C.). — Emploi de l'azobenzène comme acaricide et insecticide 120
HSING-YUN-FAN. — La Toxicité des arsenicaux organiques 328

INGLE (L.). — Toxicité du « chlordane » envers le Rat blanc 325

JENSEN (H. L.). — Observations sur les propriétés de certains composés fongicides 239
JONES (M. A.), GERSDORFF (W. A.)et MAC GOWRAN (R.). — Étude toxicologique comparée du *Derris* et du *Lonchocarpus* 118

KAUER (K. C.), DUVALL (R. B.) et ALQUIST (F. N.). — L'isomère epsilon de l'H.C.H. 243
KEARNS (E. W.), INGLE (L.) et METCALF (R. L.). — Nouvel insecticide à base d'hydrocarbure chloré 243
KNOWLTON (G. F.). — D.D.T. et Abeilles 244
KULASH (W. M.(. — Emploi du D.D.T. pour détruire les Abeilles 244

LA FORGE (F. B.) et BARTEL (W. F.). — Les constituants des fleurs de pyrèthre XX. Synthèse partielle des pyrèthrines et des cinérines et leurs toxicités relatives 329
LEWIS (H. C.). — Dégâts causés en Californie centrale par les lessives sulfocalciques au zinc 239
LINDGREEN (D. L.) et DICKSON (R. C.). — Les fumigations cyanhydriques répétées et le développement de la résistance chez la Cochenille rouge de Californie 53
LINDGREEN (D. L.) et SINCLAIR (W. B.). — Absorption de l'acide cyanhydrique par des pupes d'insectes 245
LINDQUIST (A. W.), JONES (H. A.) et MADDEN (A. H.). — Action de la lumière sur les dépôts des bouillies au D.D.T. 119
LUDVICK (G. F.) et DECKER (G. C.). — Toxicité de certains esters phosphoriques envers les pucerons 327

Mac Callan (S. E. A.). — Les dithiocarbamates fongicides 240
Mac Covran (E. R.), Fales (J. H.) et Goodhue (L. D.). — Nouvelles formules d'aérosols dispersés au moyen de gaz liquéfiés 121
Mac Intosh. — Appareil de trempage pour la mesure de la toxicité des insecticides pour traitement liquide 241
Mac Kerras (I. M.) et Nest (R. F. K.). — Intoxications au D.D.T. chez l'homme 245
Mac Leod (W. S.). — Effet de l'H.C.H. sur le jeune plan d'oignon 242
Margulis (H.) et Gane (J.). — Précisions sur la solubilité de l'anhydride arsénieux ... 321
Marsh (P. B.) et Butler (M. L.). — Action fongicide de bis-phénols envers les moisissures des tissus de coton 53
Metcalf (R. L.). — Toxicité comparée, contre un Thrips des isomères de l'H.C.H. et des composés voisins 325
Munson (S. G.) et Yeager (J. F.). — Rapport «concentration-durée de survie» pour les Blattes injectées par des arsénicaux 241
Munson (S. G.) et Yeager (J. F.). — Injection dans les Blattes de produits ayant les mêmes effets que le D.D.T. 244

Newell (I. M.). — Méthodes quantitatives applicables à l'étude des Tétranyques des vergers et de leur destruction 322

Orr (L. W.) et Mott (L. O.). — Effet du D.D.T. administré par voie alimentaire aux vaches, chevaux et moutons 56

Pepper (B. P.) et Carruth (L. A.). — Nouvelle plante insecticide contre *Pyrausta nubilalis* 54
Plummer (C. C.) et Baker (E. W.). — L'effet des doses subléthales d'émétique sur la mouche des fruits mexicaine 242
Potter (C.), Tattersfield (F.) et Gilham (E. M.). — Essais de laboratoire sur la toxicité de contact du D.D.T. comparativement avec la nicotine, les produits roténonés et les pyrèthrines 120
Potts (S. F.). — Les dimensions des particules d'insecticides dans leurs rapports avec la régularité et l'importance des dépôts de matière active sur les plantes ... 240
Powell (D.). — Un fongicide digne d'intérêt, l'oxyquinoléinate de cuivre 240

Reingard (L. V.) et Zabudke-Reingard (T. N.). — Une plante insecticide intéressante mais peu étudiée *Matricaria inodora* 54
Richardson (C. H.). — Vitesse de pénétration de la nicotine dans les Blattes, à partir de solutions de différents pH 242
Riemschneider (R.). — Constitution et action des insecticides 117
Riemschneider (R.). — Sur les insecticides de contact. I : Insecticides de contact à base d'hydrocarbures halogénés 324
Roark (R. C.). — Condensé des informations concernant le tétraphosphate d'hexaéthyle 326
Robbie (W. A.). — Emploi des solutions de cyanure de calcium dans les expériences d'intoxications des insectes par l'acide cyanhydrique 121
Rohwer (S. A.). — Le «Parathion» nom vulgaire du thiophosphate de diéthyl et de paranitrophényl insecticide 327

Schmidt (C. T.). — Dispersion des insecticides gazeux dans les sols 328
Scott (L. B.). — Résidus d'arsenic dans la paille et les grains de blé à la suite des poudrages par avion ou les traitements par appâts empoisonnés 56
Siegler (E. H.) et Hall (S. A.). — Emploi du tétraphosphate d'hexaéthyle comme insecticide 327
Smith (R. H.). — Emploi du «Thanite» contre les fourmis 243

STREARNS (L. A.), LE ROY PARKER (W.), MAC CLEARY (D.) et CONNEL (W. A.). — Un terpène bicyclique chloré utilisé contre certains insectes des fruits et des légumes..... 326

TELFORD (H. S.) et GUTHRIE (J. E.). — Action toxique alimentaire du D.D.T. sur certains vertébrés..... 119

TURNER (N.). — Emploi des terres à diatomées comme diluants pour les insecticides.. 122

TURNER (N.) et SAUNDERS (D. H.). — Test de synergie entre le D.D.T. et la nicotine bentonite employés en poudrage..... 323

TURREL (F. M.). — Action sur la végétation des gaz sulfurés contenus dans les fumées industrielles..... 55

WAIN (R. L.) et WILKISON (E. H.). — Études sur les fongicides cupriques. Recherches sur l'exsudat des spores de champignons..... 116

WALTON (R. R.). — Effets des hydrocarbures chlorés et de la cévadille sur les insectes et les plantes..... 324

WATKINS (T. C.) et NORTON (L. B.). — Classification des diluants et charges de poudres insecticides..... 320

WEAVER (W. E.) et WHALEY (W. M.). — Les fonctions organiques. I. La préparation de quelques α bromacétamides..... 320

WEBB (J, E.). — Appareil de pulvérisation et chambre d'essai pour l'étude de la persistance d'action des traitements insecticides..... 321

WEBB (J. E.) et GREEN (R. A.). — Sur la pénétration des insecticides à travers la cuticule des insectes..... 55

WEIGEL (C. A.) et GERTLER (S. I.). — Action de synergie de l'amide N. N. diéthylpipéronylique et des résidus de pyrèthre dans la lutte contre *Epilachna varivestis*..... 242

WEINMAN (C. L. et DECKER (G. C.). — Toxicité de quelques dérivés des phénols chlorés.. 328

WENE (G.) et RAWLINS (W. A.). — Comptabilité de la cryolithe et des fongicides cupriques. 239

WHITNALL (A. B. M.) et BRADFORD (B.). — Une Tique résistante à l'arsenic, traitée par des bains à l'H. C. H..... 324

WILSON (H. E.) et JACKSON (M. L.). — Influence de la nature et de la finesse du diluant sur la toxicité des poudres roténonées..... 122

WOODRUFF (N.) et TURNER (N.). — Effet de la dimension des particules sur la Toxicité des dilutions de D.D.T. en suspension aqueuse..... 323

YUN-PEI-SUN et SHEPARD (H. H.). — Méthodes de calcul et formules corrigées pour les mortalités d'insectes..... 321

ZACH (C.). — La résistance à la pluie des bouillies cupriques viticoles..... 239

ANONYME. — La tolérance admise pour les résidus de D.D.T..... 245

IMPRIMERIE NATIONALE. — J. P. 800267.

Nouvelle Série. — Tome XIV. — Fasc. 1. 1948.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

1948

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1948

ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

RÉDACTEURS EN CHEF :

G. ARNAUD,
Directeur de la Station Centrale
de Pathologie Végétale.

B. TROUVELOT,
Directeur de la Station Centrale
de Zoologie Agricole.

SOMMAIRE.

Pages

J. Giban. — Essai sur Rat blanc de quelques colorants dinitrés comme poison d'ingestion. 1

H. Darpoux et A. Vuittenez. — Essais de traitements contre la tavelure du poirier 7

J. Grente. — Influence des attaques du Mort-lin sur le rendement du lin cultivé..... 27

Documentation..... 39

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

PRIX EN FRANCS.

ANNALES DES ÉPIPHYTIES :

1re série.

19 tomes de 1913 à 1934 inclus; les tomes II, III, IV, VI et les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX sont épuisés.

Par tome annuel	600
Par fascicule (6 par an)	200

2e série.

13 tomes de 1935 à 1947. Les années 1935 à 1940 incluse portent le nom de «*Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*». Les tomes XII et XIII peuvent être vendus par séries spécialisées : Pathologies végétale, Zoologie agricole.

Les tomes I, VII, VIII, IX et X sont épuisés.	
Tomes II à V, chacun	600
Par fascicule trimestriel	200
Tome VI	400
Chaque fascicule du tome VI	200
Tome XI	400
Tome XII et XIII	600
Chaque série spécialisée des tomes XII et XIII	250

ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :

3 tomes de 1938 à 1940 inclus.

Chaque tome	200

REVUE TECHNIQUE DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX.

Parait depuis 1947, par fascicules trimestriels.

Tome 1	500

COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT

PUBLIÉES PAR LES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES AGRONOMIQUES.

AGRONOMIE GÉNÉRALE ET PHYTOTECHNIQUE.

G. Aubert : *Les sols de la France d'outre-mer* (1941), 90 p., 14 pl., 20 tabl.	épuisé.
P. Bergal et L. Friedberg : *Essai d'identification des orges cultivées en France* (t. à p. des *Annales des Épiphyties*, 1940, VI, 201 p., 19 fig., 1 pl.)	100
J. Bordas. : *Les sols de la vallée du Rhône; Essai de pédologie méditerranéenne* (1943), 104 p., 1 carte, phot.	100
A. Demolon, H. Burgevin, M. Marcel, H. Geslin et J. Servy : *Humification des pailles; Fumier artificiel et ses applications* (2e édition) [1941], 60 p., 5 photogr.	épuisé.
A. Demolon et E. M. Bastisse : *Études lysimétriques appliquées à l'agronomie* (1943), 48 p., 6 fig., 1 diagr., 21 tabl.	épuisé.
R. Diehl : *La pomme de terre : caractères et description des variétés* (1938), 157 p., 65 pl. h. t.	épuisé.
Mme R. Friedberg : *Les avoines cultivées en France* (1943), 172 p., 11 fig., 8 tabl. de détermination, 57 pl. h. t.	épuisé.
H. Geslin : *Contribution à l'étude du climat du blé* (1944), 116 p., 20 pl., 14 tabl., 2 fig.	100

PRIX EN FRANCS.

S. Hénin : *Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot. 100

P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p.... 120

SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

A. Chappellier : *La lutte contre le Rat musqué* (1933), 72 p., 4 pl..... épuisé.

V. Ducomet, E. Foex et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl..... hors commerce

L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943)..... épuisé.

P. Limasset et E. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p..... épuisé.

R. Mayer : *L'Institut de recherches phytopathologiques de Svâloff* (1939), 74 p. ... épuisé.

L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl..... 100

P. Pesson : *Contribution à l'étude morphologique et fonctionnelle des femelles de Coccides* (1944), 266 p., 151 fig., 1 pl. h. t..... 250

M. Raucourt et H. Bégué : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t..... épuisé.

M. Raucourt et H. Bégué : *Formulaire Phytopharmaceutique* (1945), 205 p., 13 fig., 7 tabl. (2e édit.)..... 150

Nouvelle Série. — Tome XIV. — Fasc. 2. 1948.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

1948

INRA

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1948

ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

RÉDACTEURS EN CHEF :

G. ARNAUD,
Directeur de la Station Centrale de Pathologie Végétale.

B. TROUVELOT,
Directeur de la Station Centrale de Zoologie Agricole.

SOMMAIRE.

Pages

J. d'Aguilar, P. Allegret et R. Vasseur. — Premières observations sur des parasites du Pou de San-José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) dans le Lyonnais 59

A. Hoffmann. — Les Otiorrhynques de la Faune française nuisibles à l'Agriculture.... 65

R. Vasseur et D. Schvester. — Le Xylébore disparate (*Xyleborus dispar* F.) dans la région lyonnaise..... 85

M. Vinot et P. Bernaux. — La Pourriture charbonneuse de la Pomme de terre dans la région méditerranéenne (*Macrophomina phaseoli* [Maublanc] Ashby)..... 91

P. Sélariès. — Sensibilité des différentes variétés de Pomme de terre à la maladie verruqueuse (*Synchytrium endobioticum* [Schilb.] Perc.)..... 103

Documentation :

Pathologie végétale..... 111

Traitements chimiques..... 111

Phytopharmacie..... 114

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent port et emballage non compris.

PRIX EN FRANCS.

ANNALES DES ÉPIPHYTIES :

1^re^ SÉRIE.

19 tomes de 1913 à 1934 inclus; les tomes II, III, IV, VI et les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX sont épuisés.

Par tome annuel	600
Par fascicule (6 par an)	200

2^e^ SÉRIE.

13 tomes de 1935 à 1947. Les années 1935 à 1940 incluse portent le nom de «*Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*». Les tomes XII et XIII peuvent être vendus par séries spécialisées : Pathologie végétale, Zoologie agricole.

Les tomes I, VII, VIII, IX et X sont épuisés.

Tomes II à V, chacun	600
Par fascicule trimestriel	200
Tome VI	400
Chaque fascicule du tome VI	200
Tome XI	400
Tome XII et XIII	600
Chaque série spécialisée des tomes XII et XIII	250

ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :

3 tomes de 1938 à 1940 inclus.

Chaque tome	200

REVUE TECHNIQUE DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX.

Paraît depuis 1947, par fascicules trimestriels.

Tome 1	500

COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT

PUBLIÉES PAR LES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES AGRONOMIQUES.

AGRONOMIE GÉNÉRALE ET PHYTOTECHNIQUE.

G. Aubert : *Les sols de la France d'outre-mer* (1941), 90 p., 14 pl., 20 tabl. ..... épuisé.

P. Bergal et L. Friedberg : *Essai d'identification des orges cultivées en France* (t. à p. des *Annales des Épiphyties*, 1940, VI, 201 p., 19 fig., 1 pl.) 100

J. Bordas. : *Les sols de la vallée du Rhône; Essai de pédologie méditerranéenne* (1943), 104 p., 1 carte, phot. 100

A. Demolon, H. Burgevin, M. Marcel, H. Geslin et J. Servy : *Humification des pailles; Fumier artificiel et ses applications* (2^e^ édition) [1941], 60 p., 5 photogr. ..... épuisé.

A. Demolon et E. M. Bastisse : *Études lysimétriques appliquées à l'agronomie* (1943), 48 p., 6 fig., 1 diagr., 21 tabl. ..... épuisé.

R. Diehl : *La pomme de terre : caractères et description des variétés* (1938), 157 p., 65 pl. h. t. ..... épuisé.

M^me^ R. Friedberg : *Les avoines cultivées en France* (1943), 172 p., 11 fig., 8 tabl. de détermination, 57 pl. h. t. ..... épuisé.

H. Geslin : *Contribution à l'étude du climat du blé* (1944), 116 p., 20 pl., 14 tabl., 2 fig. 100

PRIX EN FRANCS.

S. Hénin : *Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot. 100

P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p.... 120

E. Schad, R. Mayer et P. Hugues : *Le Soja.*

SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

V. Ducomet, E. Foex et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl. ..... hors commerce

L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943) ..... épuisé.

P. Limasset et E. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p..... épuisé.

L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl. 100

P. Pesson : *Contribution à l'étude morphologique et fonctionnelle des femelles de Coccides* (1944), 266 p., 151 fig., 1 pl. h. t. 250

M. Raucourt et H. Bégué : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t. ..... épuisé

M. Raucourt et H. Bégué : *Formulaire Phytopharmaceutique* (1945), 205 p., 13 fig., 7 tabl. (2e édit.) 150

DOCUMENTS PHYTOSANITAIRES.

N° 1. — F. Chaboussou et J. Lavaur : *Les traitements du Prunier d'Ente.* — En vente à la Direction des Services agricoles du Lot-et-Garonne, Agen.

N°s 2 et 2 *bis.* — *Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole* 150

N° 3. — J. Giban : *La lutte contre les Rats dans les campagnes* 71

NOUVELLE SÉRIE. — TOME XIV. — FASC. 3. 1948.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

1948

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1948

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL
8 NOV 1961

PRIX EN FRANCS.

S. Hénin : *Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot. 100

P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p.... 120

E. Schad, R. Mayer et P. Hugues : *Le Soja.*

SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

V. Ducomet, E. Foëx et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl. ..... hors commerce

L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943) ..... épuisé.

P. Limasset et E. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p..... épuisé.

L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl. 100

P. Pesson : *Contribution à l'étude morphologique et fonctionnelle des femelles de Coccides* (1944), 266 p., 151 fig., 1 pl. h. t. 250

M. Raucourt et H. Bégué : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t. ..... épuisé.

M. Raucourt et H. Bégué : *Formulaire Phytopharmaceutique* (1945), 205 p., 13 fig., 7 tabl. (2e édit.) ..... épuisé.

DOCUMENTS PHYTOSANITAIRES.

N° 1. — F. Chaboussou et J. Lavaur : *Les traitements du Prunier d'Ente.* — En vente à la Direction des Services agricoles du Lot-et-Garonne, Agen.

N°s 2 et 2 *bis.* — *Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole* 150

N° 3. — J. Giban : *La lutte contre les Rats dans les campagnes* 71

Nouvelle Série. — Tome XIV. — Fasc. 4. 1948.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

1948

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1948

COMMONWEALTH MYCO... 8 NOV 1961

PRIX EN FRANCS.

S. Hénin : *Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot. 100

P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p. ... 120

E. Schad, R. Mayer et P. Hugues : *Le Soja.*

SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

V. Ducomet, E. Foëx et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl. ..... hors commerce

L. François . *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943) ..... épuisé.

P. Limasset et E. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p. ..... épuise.

L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl. 100

P. Pesson : *Contribution à l'étude morphologique et fonctionnelle des femelles de Coccides* (1944), 266 p., 151 fig., 1 pl. h. t. 250

M. Raucourt et H. Bégué : *Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t. ..... épuisé.

M. Raucourt et H. Bégué : *Formulaire phytopharmaceutique* (1945), 205 p., 13 fig., 7 tabl. (2e édit.) ..... épuisé.

DOCUMENTS PHYTOSANITAIRES.

N° 1. — F. Chaboussou et J. Lavaur : *Les traitements du Prunier d'Ente.* — En vente à la Direction des Services agricoles du Lot-et-Garonne, Agen.

N°s 2 et 2 *bis.* — *Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole* 150

N° 3. — J. Giban : *La lutte contre les Rats dans les campagnes* 71